Modulhandbuch für
Computational
Engineering Science
MSCES

SPO-Version 2011
Revision 17.07.2023 | 07:29:34

Modulhandbuch für Computational Engineering Science (Master 1 Fach)

Modulhandbuch für
Computational
Engineering Science
MSCES

RWTH AACHEN UNIVERSITY

Prüfungsordnungsbereich

Modulangebot

Prüfungsangebot

Lehrangebot

INHALT
Modulhandbuch für Computational Engineering Science MSCES

Prüfungsordnungsbeschreibung: ..... 29 >
CES Seminar ..... 30 >
[1115988] CES-Seminar ..... 30 >
Wahlpflichtbereich/ Schwerpunkt(wahl) ..... 32 >
Schwerpunkt Ingenieurwissenschaften (anwendungsorientiert) ..... 32 >
Wahlpflichtbereich Informatik ..... 32 >
Computergraphik ..... 32 >
[1212310] Grundlagen der Computergraphik ..... 32 >
[4016359] Computational Systems Biotechnology 2 ..... 34 >
[1215862] Physikalisch-Basierte Animation ..... 36 >
[1211905] Globale Beleuchtung und Image-based Rendering ..... 38 >
[1215696] Geometrieverarbeitung ..... 40 >
[1212686] Grafikprogrammierung in OpenGL ..... 42 >
[1215724] Computer Vision ..... 44 >
[1212692] Physikalische Simulation im Visual Computing ..... 46 >
Datenmanagment ..... 48 >
[1214958] Einführung in die Technische Informatik ..... 48 >
[1211969] Datenbanken und Informationssysteme ..... 50 >
[4023501] Seminar: Learning-based Control ..... 52 >
Software und eingebettete Systeme ..... 54 >
[1215757] Angewandte Softwaretechnik im Lebenszyklus der Automobilelektronik ..... 54 >
[1211929] Inhaltsbasierte Ähnlichkeitssuche ..... 56 >
[1212356] Software-Qualitätssicherung ..... 58 >
[1215690] Eingebettete Systeme ..... 60 >
[1212354] Objektorientierte Softwarekonstruktion ..... 62 >
[1212355] Software-Projektmanagement ..... 64 >
[1211965] Softwaretechnik ..... 66 >
[1212353] Funktionale Sicherheit und Systemzuverlässigkeit ..... 68 >
Theoretische Informatik ..... 70 >
[1212004] Berechenbarkeit und Komplexität ..... 70 >
[1115472] Diskrete Strukturen ..... 72 >
[1211977] Effiziente Algorithmen ..... 74 >
[1212327] Graphalgorithmen ..... 77 >
[1214961] Formale Systeme, Automaten, Prozesse ..... 79 >
Wissenschaftliches Rechnen ..... 81 >
[4011673] Computational Systems Biotechnology ..... 81 >
[4016359] Computational Systems Biotechnology 2 ..... 83 >
[1215721] Combinatorial Problems in Scientific Computing ..... 86 >
[1215720] High-Performance Computing ..... 88 >
[1211911] High-performance Matrix Computations ..... 90 >
[1215722] Leistungs- und Korrektheitsanalyse paralleler Programme ..... 92 >
[1212689] Parallele Algorithmen ..... 94 >

[1215726] Parallele Programmierung II.... 96 >
[1221329] Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen.... 98 >
[1221327] Introduction to Algorithmic Differentiation.... 100 >
[4026526] Reinforcement Learning and Learning-based Control.... 102 >
[1221328] Advanced Algorithmic Differentiation.... 104 >
[1228566] Advanced C++.... 106 >
[4028624] Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning.... 109 >
Sprachverarbeitung und Mustererkennung.... 111 >
[1215695] Statistische Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache.... 111 >
[1215750] Automatische Spracherkennung.... 113 >
Wahlpflichtbereich Mathematik.... 115 >
Numerik.... 115 >
[1113467] Approximation, Bild- und Datenanalyse.... 115 >
[1113455] Numerische Analysis IV.... 117 >
[1113473] Iterative Löser.... 119 >
[1113441] Mehrgitterverfahren.... 121 >
[4011678] Isogeometric Analysis.... 123 >
[4011674] Computational Modeling of Membranes and Shells.... 125 >
[4011511] Molecular Mechanics and Multiscale Modelling of Materials.... 127 >
[1113494] Computational and Statistical Inverse Problems.... 129 >
[1113005] Einführung in hyperbolische Erhaltungssätze.... 131 >
[1114995] Mathematische Modelle in atomistischen Simulationen.... 133 >
[1113574] Mathematical Aspects in Computational Chemistry.... 135 >
[1116018] Modellreduktionsverfahren I.... 137 >
[1116019] Modellreduktionsverfahren II.... 139 >
[4020494] Fast Algorithms for Boundary Integral Equations.... 141 >
[1121392] Finite Element and Volume Methods.... 143 >
[1118163] Multiscale Techniques I.... 145 >
[1118165] Multiscale Techniques II.... 147 >
[1118272] Finite Element and Volume Methods I.... 149 >
[1118273] Finite Element and Volume Methods II.... 151 >
[1121357] Numerical methods for Stochastic Differential Equations with connections to Machine Learning.... 153 >
Optimierung.... 155 >
[1111033] Optimierung A.... 155 >
[1112717] Optimierung B.... 157 >
Partielle Differentialgleichungen.... 159 >
[1114965] Partielle Differentialgleichungen.... 159 >
[1113633] Partielle Differentialgleichungen II.... 161 >
[1113554] Variationsrechnung I.... 163 >
[1113649] Variationsrechnung II.... 165 >
[1114969] Mathematische Modelle der Natur- und Ingenieurwissenschaften (PDEs).... 167 >

[1113517] Mathematische Modelle (ODEs) 169 >
[4013869] Adaptive Methoden für partielle Differentialgleichungen 171 >
[4011678] Isogeometric Analysis 173 >
[1113441] Mehrgitterverfahren 175 >
Verschiedenes 177 >
[1113550] Funktionentheorie I 177 >
[1113595] Kontrolltheorie 179 >
[1113510] Uncertainty Quantification 181 >
[1113439] Introduction to Transport Theory 183 >
[1113581] Seminar Computergestützte mathematische Modellierung 185 >
[1113475] Seminar: Aktuelle Themen der Numerik I 187 >
Ingenieurwissenschaftlicher Wahlpflichtbereich 189 >
Maschinenwesen 189 >
[4015709] Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen 189 >
[4013313] Automatisierungstechnik für Produktionssysteme 192 >
[4014377] Konstruktion von Fertigungseinrichtungen 195 >
[4011679] Bioprozesskinetik 198 >
[4013389] Energiesystemtechnik 201 >
[4010883] Bioreaktortechnik 204 >
[4014361] Angewandte molekulare Thermodynamik 207 >
[4011028] Energiewirtschaft 210 >
[4011664] Finite Elements in Fluids 212 >
[4011583] Parallel Computing Methods in Computational Mechanics 215 >
[4014414] Additive Fertigung in der Kunststoffverarbeitung 217 >
[4011012] Industrielle Umwelttechnik und Luftreinhaltung 220 >
[4011601] Bewegungstechnik 222 >
[4011720] Methoden der Modellierung von Turbomaschinen 225 >
[4014429] Alternative und elektrifizierte Fahrzeugantriebe 227 >
[4014388] Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit 229 >
[4014379] Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen 232 >
[4011019] Grundlagen der Maschinen und Strukturdynamik 235 >
[4011608] Luftfahrtantriebe II 238 >
[4014422] Reaktionstechnik 240 >
[4010947] Maschinendynamik starrer Systeme 243 >
[4012505] Continuum Mechanics 246 >
[4014349] Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I 249 >
[4011488] Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II 252 >
[4014424] Kosten und Wirtschaftlichkeit von Bioprozessen 255 >
[4010853] Produktaufarbeitung 258 >
[4013311] Elektromechanische Antriebstechnik 260 >
[4012516] Krafträder 263 >
[4014395] Industrieller Entwicklungsprozess von PKW-Antrieben 265 >

[4014846] Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren.... 267 >
[4011719] Drehflügler.... 269 >
[4011566] Mechanics of Living Tissues.... 272 >
[4011510] Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme.... 274 >
[4013379] Wärme- und Stoffübertragung II.... 277 >
[4011050] Wärmeübertrager und Dampferzeuger.... 279 >
[4012502] Alternative Energietechniken.... 281 >
[4011681] Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik.... 284 >
[4011489] Computergestütztes Optikdesign.... 287 >
[4012513] Change Management.... 290 >
[4010971] Kommunikation und Organisationsentwicklung.... 292 >
[4011051] Auslegung von Turbomaschinen.... 294 >
[4014339] Fertigungstechnik I.... 296 >
[4012413] Simulation Techniques in Manufacturing Technology (STMT).... 299 >
[4010881] Grundoperationen der Energietechnik.... 301 >
[4010928] Wärme- und Stoffübertragung I.... 304 >
[1515609] Angewandte molekulare Katalyse.... 307 >
[4012503] Angewandte Quantenchemie für Ingenieure.... 309 >
[4012507] Combustion Chemistry.... 311 >
[1513531] Chemie für Verfahrenstechnik.... 313 >
[4010847] Einführung in optische Systeme für die Produktion.... 315 >
[4012508] Angewandte numerische Optimierung.... 318 >
[4014351] Reaktorsicherheit.... 321 >
[4012541] Strahlenschutz.... 324 >
[4014357] Angewandte Chemische Verfahrenstechnik.... 327 >
[4014440] Mechanische Verfahrenstechnik.... 329 >
[4011584] Modellierung technischer Systeme.... 331 >
[4011515] Thermische Trennverfahren.... 334 >
[4011055] Gasdynamik.... 337 >
[4011707] Flugregelung.... 340 >
[4011701] Raumflugmechanik I.... 342 >
[1113434] Modellgestützte Schätzmethoden.... 345 >
[4013366] Prozessentwicklung in der Verfahrenstechnik.... 348 >
[4013318] Anlagenweite Regelung.... 351 >
[1515596] Physikalische Festkörperchemie.... 354 >
[4011692] Lattice-Boltzmann Methoden.... 357 >
[4011665] Membranverfahren.... 360 >
[4010885] Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik.... 363 >
[4013856] Medizinische Verfahrenstechnik.... 365 >
[4010854] Grundoperationen der Verfahrenstechnik.... 368 >
[4011561] Rheologie.... 371 >
[4013370] Flugdynamik.... 374 >
[4013308] Simulation fluidtechnischer Systeme.... 377 >

[4011713] Gasdynamik realer Gase....379 >
[4011714] Hyperschall-Aerothermodynamik....382 >
[4011684] Kurzzeitströmungsmesstechnik....385 >
[4014348] Laserstrahlquellen....388 >
[4011686] Anwendungen der Lasertechnik....391 >
[4014342] Leichtbau....394 >
[4014820] Solartechnik....396 >
[4010855] Thermodynamik der Gemische....398 >
[4011157] Kolbenarbeitsmaschinen....401 >
[4013314] Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechtes....404 >
[4010184] Einführung in Laseranwendungen....406 >
[4011559] Laser in Bio- und Medizintechnik....409 >
[4011688] Mikro-/Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung....412 >
[4011013] Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen....415 >
[4013310] Computerunterstützte Chirurgietechnik....418 >
[4014435] Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten....421 >
[4011575] Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates....424 >
[4013321] Medizintechnik I....427 >
[4014433] Medizintechnik II....430 >
[4011716] Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt....433 >
[4014843] Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen....435 >
[4011717] Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken....437 >
[4011689] Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme....439 >
[4011056] Grundlagen der Finite Elemente Methode....442 >
[4014444] Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen....445 >
[4011004] Fügetechnik I - Grundlagen....448 >
[4014834] Dynamische Unternehmensmodellierung und -simulation....450 >
[4011657] Qualitätsmerkmale - planen, realisieren, erfassen....452 >
[4014337] Strömungsmechanik II....455 >
[4011658] Strukturentwurf und Konstruktion....458 >
[4011708] Aerodynamik II....461 >
[4012291] Computational Contact Mechanics....464 >
[4011687] Strömungs- und Temperaturgrenzschichten....467 >
[4014378] Strukturdynamik I....469 >
[4014356] Strukturdynamik II....472 >
[4013307] Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme....475 >
[4014425] Einführung in die Arbeitswissenschaft....478 >
[4014291] Messtechnik und Qualität....480 >
[4012557] Methoden im Qualitätsmanagement....483 >
[4011662] Optische Messtechnik und Bildverarbeitung....486 >
[4010867] Qualitäts- und Projektmanagement....489 >
[4014336] Aerodynamik I....492 >
[4011555] Biologische und Medizinische Strömungstechnik I....494 >

[4011690] Biologische und Medizinische Strömungstechnik II....496 >
[4014419] Strömung in Turbomaschinen Labor....498 >
[4011054] Numerische Strömungsmechanik I....500 >
[4011486] Failure of Structures and Structural Elements....503 >
[4011018] Numerische Strömungsmechanik II....505 >
[4010886] Strömungsmessverfahren I....508 >
[4014352] Strömungsmessverfahren II....511 >
[4011490] Fahrzeug- und Windradaerodynamik....513 >
[4011016] Business Engineering....515 >
[4013309] Modellierung der Laserfertigungsverfahren....517 >
[4013320] Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren....520 >
[4014371] Konstruieren mit spröden Werkstoffen....523 >
[4014434] Verfahren der Oberflächentechnik....525 >
[4011683] Hochtemperatur-Werkstofftechnik....528 >
[4011661] Qualität und Recht....530 >
[4011511] Molecular Mechanics and Multiscale Modelling of Materials....532 >
[4011677] Mikrofluidik und Einzelzell-Analyse in der Biotechnologie....534 >
[4010866] Serienentwicklung von Getrieben für PKW und leichte Nfz....536 >
[4011569] Mechanics of Soft Engineering Materials: Rubbers, Textiles and Non-Crimp Fabrics....538 >
[4012527] Chemische Verfahrenstechnik....540 >
[4011728] Turbulent Flows....543 >
[4016079] Feuerungstechnik....545 >
[4016378] Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turbomaschinen und Strahlantrieben I (NIST I)....547 >
[4012306] Höhere Regelungstechnik....549 >
[4011549] Rapid Control Prototyping....551 >
[4013365] Luftfahrtantriebe I....554 >
[4014404] Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik....556 >
[4017428] Machine Dynamics of Rigid Systems....558 >
[4011680] Advanced Software Engineering....560 >
[1618278] Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie....562 >
[4011691] Lasermesstechnik....565 >
[4011660] Wissenschaftstheorie und Forschungsmethodik....567 >
[4013866] Advanced Finite Element Methods for Engineers....569 >
[4017887] Mehrphasenströmung....572 >
[4017883] Ramanspektroskopie in der Energie- und Verfahrenstechnik....574 >
[4017849] Regelungstechnisches Seminar....576 >
[4018563] Robotic Systems....578 >
[4018564] Advanced Robotic Kinematics and Dynamics....580 >
[4017423] Faserverbundstrukturen....583 >
[4016357] Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt....586 >
[1211972] Datenkommunikation und Sicherheit....588 >
[4010999] Chemische Energieumwandlung I....590 >

INHALT
Modulhandbuch für Computational Engineering Science MSCES

[4014354] Grundlagen der Turbomaschinen ... 593 >
[4013322] Grundlagen Mobiler Antriebe ... 595 >
[4010997] Fahrzeugtechnik I - Längsdynamik ... 597 >
[4013361] Fahrzeugtechnik II - Querdynamik und Vertikaldynamik ... 600 >
[4014360] Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen ... 602 >
[4011002] Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik ... 605 >
[4011611] Industrial Intelligence Interlaced Quality Management (iQM) ... 607 >
[4021387] Artificial Neural Networks in Structural Mechanics ... 610 >
[4022583] Regelung verteiltparametrischer Systeme ... 613 >
[4011590] Akustik mobiler Antriebssysteme ... 616 >
[4011049] Verbrennungskraftmaschinen: Konstruktion und Mechanik ... 618 >
[4011659] Chemische Energieumwandlung II ... 620 >
[4011667] Verbrennungskraftmaschinen: Thermodynamik und Emissionen ... 622 >
[4011487] Dynamik der Mehrkörpersysteme ... 625 >
[3022850] Water and Wastewater Treatment Technologies ... 628 >
[4014340] Stationäre Gasturbinen ... 630 >
[4010857] Dampfturbinen und Abwärmenutzung ... 632 >
[4010856] Strom- und Wärmeversorgungsanlagen ... 635 >
[4011712] Raumfahrtantriebe II ... 638 >
[4011703] Raumfahrtantriebe I ... 640 >
[4023500] Digitales Produktmanagement ... 642 >
[4011421] Vehicle Acoustics ... 645 >
[4012524] Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau ... 647 >
[4011052] Energy Conversion Technology ... 650 >
[4013317] Fluidtechnik - Systeme und Komponenten ... 652 >
[4023499] Powertrain Calibration: Propulsion Systems ... 654 >
[4017421] Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse ... 656 >
[4012539] Ausgewählte Kapitel der Energieanlagen und Flugantriebe ... 659 >
[4014418] Aerothermal Design of Space Transportation Systems ... 661 >
[4025905] Automated and Connected Driving Challenges - Course ... 663 >
[4010974] Informatik im Maschinenbau ... 665 >
[4026525] Gasdynamik realer Gase II ... 667 >
[4025906] Automated and Connected Driving Challenges - Research Project ... 669 >
[4012290] Nonlinear Structural Mechanics ... 671 >
[4011449] Numerical Methods in Mechanical Engineering ... 674 >
[4011493] Model Order Reduction in Mechanics ... 677 >
[4012440] Sensortechnik und Signalverarbeitung ... 679 >
[5226454] Computational Multiphysics ... 681 >
[1525699] In Situ Spectroscopy for Process Control ... 683 >
[4027315] Hardware-in-the-Loop Labor für mobile Antriebe ... 685 >
[4025565] Serienentwicklung von Triebsträngen für ‚On-Road‘ Nutzfahrzeuge ... 688 >
[4011026] Mobile Arbeitsmaschinen - Antriebe und Steuerungen ... 691 >
[4011600] Fundamentals of Machine Learning ... 693 >

[4011718] Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I ... 695 >
[4012543] Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe II ... 697 >
[4021493] Computational Intelligence in Engineering ... 699 >
[4023521] Wärmepumpensystemtechnik ... 701 >
[4014387] Elektronik in mobilen Antrieben ... 703 >
[4011693] Numerische Methoden der Fluid-Struktur-Interaktion ... 705 >
[4028624] Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning ... 708 >
[4011551] Strömung in Turbomaschinen ... 710 >
Werkstoffingenieurwesen ... 713 >
[5212842] Data Mining im Umfeld technischer Prozesse ... 713 >
[5212935] Entwicklungsaufgaben in der Werkstoffoptimierung, Bauteilgestaltung und Prozessplanung ... 716 >
[5212759] Grundlagen Prozesse ... 718 >
[5212904] Prozesstechnik der Gießverfahren ... 720 >
[5212838] Einführung in die Optimierung ... 722 >
[5212848] Praktikum Prozessautomatisierung ... 725 >
[5212843] Referenzmodelle der Leittechnik ... 727 >
[5212928] Planung und Wirtschaftlichkeit metallurgischer Anlagen ... 729 >
[5212909] Thermische Gewinnungsprozesse der Nichteisenmetalle ... 731 >
[5211656] Prozess- und Werkstoffmodellierung ... 733 >
[5212839] Grundlagen und Lösungsverfahren der Umformtechnik ... 735 >
[5212932] Modellierung von Umformprozessen ... 738 >
[5212939] Anlagentechnik ... 740 >
[5212722] Berechnung und Auslegung von Industrieöfen ... 742 >
[5212908] Eisen- und Stahlmetallurgie ... 744 >
[5212924] Hochleistungskeramik ... 746 >
[4011691] Lasermesstechnik ... 748 >
[3013261] Nonlinear Finite Element Methods for Solids ... 750 >
[4011512] Mechanics of Forming Processes ... 752 >
[5212500] Materials Chemistry II ... 754 >
[4011569] Mechanics of Soft Engineering Materials: Rubbers, Textiles and Non-Crimp Fabrics ... 756 >
[5217903] Glaskeramiken und teilkristalline Composite - Materialentwicklung und -optimierung, Kinetik und Thermodynamik ... 758 >
[5212909] Thermische Gewinnungsprozesse der Nichteisenmetalle ... 760 >
[5212559] Einführung in die Prozessleittechnik ... 762 >
[5212903] Werkstofftechnik der Metalle ... 764 >
[5227979] Application of Artificial Neural Networks in Computational Material Modeling / Simulation ... 766 >
Verschiedenes ... 768 >
[4011666] Practical Introduction to FEM-Software I ... 768 >
[9015711] Einführung in die Medizin I, II ... 770 >
[3010906] Werkstoffmechanik ... 772 >
[6010489] Anthropotechnik in der Robotik und zur Fahrzeug- und Prozessführung ... 774 >
[4011673] Computational Systems Biotechnology ... 777 >

[6011236] Planung und Betrieb von Elektrizitätsversorgungssystemen....779 >
[4011676] Hypersonic Flight: Computational Propulsion Design....781 >
[4010852] Biomechanikseminar....783 >
[4012554] From Molecular to Continuum Physics II....785 >
[4011554] Internationales Patent-, Marken- und Geschmacksmusterrecht....787 >
[4011672] Softwareentwicklung in der Medizintechnik....789 >
[3013295] Plastizitätstheorie und Bruchmechanik....791 >
[4016359] Computational Systems Biotechnology 2....793 >
[4010858] Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of Oxygen and Carbon Dioxide....795 >
[4017429] Modellprädiktive Regelung Energietechnischer Systeme....797 >
[4011569] Mechanics of Soft Engineering Materials: Rubbers, Textiles and Non-Crimp Fabrics....800 >
[4020490] Additive Fertigungsverfahren 2....802 >
[6017144] Identification and Control of Mechatronic Systems....804 >
[6017155] Modeling of Mechatronic Systems....806 >
[4022638] Simulationstechnik für Energiesysteme....808 >
[3014576] Finite-Elemente-Technologie....811 >
[4023501] Seminar: Learning-based Control....813 >
[4024158] Sicherheitsforschung und Zukunftsforschung....815 >
[4017421] Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse....817 >
[4025605] Data Driven Foresight - Quantitiative Methoden der Zukunftsforschung....820 >
[4026630] Sustainable Computational Engineering....823 >
[9026650] Künstliche Organe I für Naturwissenschaftler und Ingenieure....825 >
[4011552] Software in mobilen Antrieben....827 >
[9028764] Computer simulation and machine learning for molecular medicine....829 >
Schwerpunkt Mathematik....831 >
Wahlpflichtbereich Informatik....831 >
Computergraphik....831 >
[1212310] Grundlagen der Computergraphik....831 >
[4016359] Computational Systems Biotechnology 2....833 >
[1215862] Physikalisch-Basierte Animation....835 >
[1211905] Globale Beleuchtung und Image-based Rendering....837 >
[1215696] Geometrieverarbeitung....839 >
[1212686] Grafikprogrammierung in OpenGL....841 >
[1215724] Computer Vision....843 >
[1212692] Physikalische Simulation im Visual Computing....845 >
Datenmanagment....847 >
[1214958] Einführung in die Technische Informatik....847 >
[1211969] Datenbanken und Informationssysteme....849 >
[4023501] Seminar: Learning-based Control....851 >
Software und eingebettete Systeme....853 >
[1215757] Angewandte Softwaretechnik im Lebenszyklus der Automobilelektronik....853 >

[1211929] Inhaltsbasierte Ähnlichkeitssuche....855 >
[1212356] Software-Qualitätssicherung....857 >
[1215690] Eingebettete Systeme....859 >
[1212353] Funktionale Sicherheit und Systemzuverlässigkeit....861 >
[1212354] Objektorientierte Softwarekonstruktion....863 >
[1212355] Software-Projektmanagement....865 >
[1211965] Softwaretechnik....867 >
Theoretische Informatik....869 >
[1212004] Berechenbarkeit und Komplexität....869 >
[1115472] Diskrete Strukturen....871 >
[1211977] Effiziente Algorithmen....873 >
[1212327] Graphalgorithmen....876 >
[1214961] Formale Systeme, Automaten, Prozesse....878 >
Wissenschaftliches Rechnen....880 >
[4011673] Computational Systems Biotechnology....880 >
[1215721] Combinatorial Problems in Scientific Computing....882 >
[1215720] High-Performance Computing....884 >
[1211911] High-performance Matrix Computations....886 >
[1215722] Leistungs- und Korrektheitsanalyse paralleler Programme....888 >
[1212689] Parallele Algorithmen....890 >
[1215726] Parallele Programmierung II....892 >
[1221329] Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen....894 >
[1221327] Introduction to Algorithmic Differentiation....896 >
[4026526] Reinforcement Learning and Learning-based Control....898 >
[1221328] Advanced Algorithmic Differentiation....900 >
[1228566] Advanced C++....902 >
[4028624] Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning....905 >
Sprachverarbeitung und Mustererkennung....907 >
[1215695] Statistische Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache....907 >
[1215750] Automatische Spracherkennung....909 >
Wahlpflichtbereich Mathematik....911 >
Numerik....911 >
[1113467] Approximation, Bild- und Datenanalyse....911 >
[1113455] Numerische Analysis IV....913 >
[1113473] Iterative Löser....915 >
[1113441] Mehrgitterverfahren....917 >
[4011678] Isogeometric Analysis....919 >
[4011674] Computational Modeling of Membranes and Shells....921 >
[4011511] Molecular Mechanics and Multiscale Modelling of Materials....923 >
[1113494] Computational and Statistical Inverse Problems....925 >
[1113005] Einführung in hyperbolische Erhaltungssätze....927 >
[1114995] Mathematische Modelle in atomistischen Simulationen....929 >

[1113574] Mathematical Aspects in Computational Chemistry....931 >
[1116018] Modellreduktionsverfahren I....933 >
[1116019] Modellreduktionsverfahren II....935 >
[4020494] Fast Algorithms for Boundary Integral Equations....937 >
[1121391] Multiscale Techniques....939 >
[1121392] Finite Element and Volume Methods....941 >
[1118163] Multiscale Techniques I....943 >
[1118165] Multiscale Techniques II....945 >
[1118272] Finite Element and Volume Methods I....947 >
[1118273] Finite Element and Volume Methods II....949 >
[1121357] Numerical methods for Stochastic Differential Equations with connections to Machine Learning....951 >
Optimierung....953 >
[1111033] Optimierung A....953 >
[1112717] Optimierung B....955 >
Partielle Differentialgleichungen....957 >
[1114965] Partielle Differentialgleichungen....957 >
[1113633] Partielle Differentialgleichungen II....959 >
[1113554] Variationsrechnung I....961 >
[1113649] Variationsrechnung II....963 >
[1114969] Mathematische Modelle der Natur- und Ingenieurwissenschaften (PDEs)....965 >
[1113517] Mathematische Modelle (ODEs)....967 >
[4013869] Adaptive Methoden für partielle Differentialgleichungen....969 >
[4011678] Isogeometric Analysis....971 >
[1113441] Mehrgitterverfahren....973 >
Verschiedenes....975 >
[1113550] Funktionentheorie I....975 >
[1113595] Kontrolltheorie....977 >
[1113510] Uncertainty Quantification....979 >
[1113439] Introduction to Transport Theory....981 >
[1113581] Seminar Computergestützte mathematische Modellierung....983 >
[1113475] Seminar: Aktuelle Themen der Numerik I....985 >
Ingenieurwissenschaftlicher Wahlpflichtbereich....987 >
Maschinenwesen....987 >
[4015709] Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen....987 >
[4013313] Automatisierungstechnik für Produktionssysteme....990 >
[4014377] Konstruktion von Fertigungseinrichtungen....993 >
[4011679] Bioprozesskinetik....996 >
[4013389] Energiesystemtechnik....999 >
[4010883] Bioreaktortechnik....1002 >
[4014361] Angewandte molekulare Thermodynamik....1005 >
[4011028] Energiewirtschaft....1008 >

INHALT
Modulhandbuch für Computational Engineering Science MSCES

[4011664] Finite Elements in Fluids.... 1010 >
[4011583] Parallel Computing Methods in Computational Mechanics.... 1013 >
[4014414] Additive Fertigung in der Kunststoffverarbeitung.... 1015 >
[4011012] Industrielle Umwelttechnik und Luftreinhaltung.... 1018 >
[4011601] Bewegungstechnik.... 1020 >
[4011720] Methoden der Modellierung von Turbomaschinen.... 1023 >
[4014429] Alternative und elektrifizierte Fahrzeugantriebe.... 1025 >
[4014388] Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit.... 1027 >
[4014379] Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen.... 1030 >
[4011019] Grundlagen der Maschinen und Strukturdynamik.... 1033 >
[4011608] Luftfahrtantriebe II.... 1036 >
[4014422] Reaktionstechnik.... 1038 >
[4010947] Maschinendynamik starrer Systeme.... 1041 >
[4012505] Continuum Mechanics.... 1044 >
[4014349] Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I.... 1047 >
[4011488] Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II.... 1050 >
[4014424] Kosten und Wirtschaftlichkeit von Bioprozessen.... 1053 >
[4010853] Produktaufarbeitung.... 1056 >
[4013311] Elektromechanische Antriebstechnik.... 1058 >
[4012516] Krafträder.... 1061 >
[4014395] Industrieller Entwicklungsprozess von PKW-Antrieben.... 1063 >
[4014846] Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren.... 1065 >
[4011719] Drehflügler.... 1067 >
[4011566] Mechanics of Living Tissues.... 1070 >
[4011510] Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme.... 1072 >
[4013379] Wärme- und Stoffübertragung II.... 1075 >
[4011050] Wärmeübertrager und Dampferzeuger.... 1077 >
[4012502] Alternative Energietechniken.... 1079 >
[4011681] Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik.... 1082 >
[4011489] Computergestütztes Optikdesign.... 1085 >
[4012513] Change Management.... 1088 >
[4010971] Kommunikation und Organisationsentwicklung.... 1090 >
[4011051] Auslegung von Turbomaschinen.... 1092 >
[4014339] Fertigungstechnik I.... 1094 >
[4012413] Simulation Techniques in Manufacturing Technology (STMT).... 1097 >
[4010881] Grundoperationen der Energietechnik.... 1099 >
[4010928] Wärme- und Stoffübertragung I.... 1102 >
[1515609] Angewandte molekulare Katalyse.... 1105 >
[4012503] Angewandte Quantenchemie für Ingenieure.... 1107 >
[4012507] Combustion Chemistry.... 1109 >
[1513531] Chemie für Verfahrenstechnik.... 1111 >
[4010847] Einführung in optische Systeme für die Produktion.... 1113 >
[4012508] Angewandte numerische Optimierung.... 1116 >

[4014351] Reaktorsicherheit.... 1119 >
[4012541] Strahlenschutz.... 1122 >
[4014357] Angewandte Chemische Verfahrenstechnik.... 1125 >
[4014440] Mechanische Verfahrenstechnik.... 1127 >
[4011584] Modellierung technischer Systeme.... 1129 >
[4011515] Thermische Trennverfahren.... 1132 >
[4011055] Gasdynamik.... 1135 >
[4011707] Flugregelung.... 1138 >
[4011701] Raumflugmechanik I.... 1140 >
[1113434] Modellgestützte Schätzmethoden.... 1143 >
[4013366] Prozessentwicklung in der Verfahrenstechnik.... 1146 >
[4013318] Anlagenweite Regelung.... 1149 >
[1515596] Physikalische Festkörperchemie.... 1152 >
[4011692] Lattice-Boltzmann Methoden.... 1155 >
[4011665] Membranverfahren.... 1158 >
[4010885] Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik.... 1161 >
[4013856] Medizinische Verfahrenstechnik.... 1163 >
[4010854] Grundoperationen der Verfahrenstechnik.... 1166 >
[4011561] Rheologie.... 1169 >
[4013370] Flugdynamik.... 1172 >
[4013308] Simulation fluidtechnischer Systeme.... 1175 >
[4011713] Gasdynamik realer Gase.... 1177 >
[4011714] Hyperschall-Aerothermodynamik.... 1180 >
[4011684] Kurzzeitströmungsmesstechnik.... 1183 >
[4014348] Laserstrahlquellen.... 1186 >
[4011686] Anwendungen der Lasertechnik.... 1189 >
[4014342] Leichtbau.... 1192 >
[4014820] Solartechnik.... 1194 >
[4010855] Thermodynamik der Gemische.... 1196 >
[4011157] Kolbenarbeitsmaschinen.... 1199 >
[4013314] Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechtes.... 1202 >
[4010184] Einführung in Laseranwendungen.... 1204 >
[4011559] Laser in Bio- und Medizintechnik.... 1207 >
[4011688] Mikro-/Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung.... 1210 >
[4011013] Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen.... 1213 >
[4013310] Computerunterstützte Chirurgietechnik.... 1216 >
[4014435] Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten.... 1219 >
[4011575] Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates.... 1222 >
[4013321] Medizintechnik I.... 1225 >
[4014433] Medizintechnik II.... 1228 >
[4011716] Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt.... 1231 >
[4014843] Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen.... 1233 >
[4011717] Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken.... 1235 >

[4011689] Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme....1237 >
[4011056] Grundlagen der Finite Elemente Methode....1240 >
[4014444] Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen....1243 >
[4011004] Fügetechnik I - Grundlagen....1246 >
[4014834] Dynamische Unternehmensmodellierung und -simulation....1248 >
[4011657] Qualitätsmerkmale - planen, realisieren, erfassen....1250 >
[4014337] Strömungsmechanik II....1253 >
[4011658] Strukturentwurf und Konstruktion....1256 >
[4011708] Aerodynamik II....1259 >
[4012291] Computational Contact Mechanics....1262 >
[4011687] Strömungs- und Temperaturgrenzschichten....1265 >
[4014378] Strukturdynamik I....1267 >
[4014356] Strukturdynamik II....1270 >
[4013307] Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme....1273 >
[4014425] Einführung in die Arbeitswissenschaft....1276 >
[4014291] Messtechnik und Qualität....1278 >
[4012557] Methoden im Qualitätsmanagement....1281 >
[4011662] Optische Messtechnik und Bildverarbeitung....1284 >
[4010867] Qualitäts- und Projektmanagement....1287 >
[4014336] Aerodynamik I....1290 >
[4011555] Biologische und Medizinische Strömungstechnik I....1292 >
[4011690] Biologische und Medizinische Strömungstechnik II....1294 >
[4014419] Strömung in Turbomaschinen Labor....1296 >
[4011054] Numerische Strömungsmechanik I....1298 >
[4011486] Failure of Structures and Structural Elements....1301 >
[4011018] Numerische Strömungsmechanik II....1303 >
[4010886] Strömungsmessverfahren I....1306 >
[4014352] Strömungsmessverfahren II....1309 >
[4011490] Fahrzeug- und Windradaerodynamik....1311 >
[4011016] Business Engineering....1313 >
[4013309] Modellierung der Laserfertigungsverfahren....1315 >
[4013320] Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren....1318 >
[4014371] Konstruieren mit spröden Werkstoffen....1321 >
[4014434] Verfahren der Oberflächentechnik....1323 >
[4011683] Hochtemperatur-Werkstofftechnik....1326 >
[4011661] Qualität und Recht....1328 >
[4011511] Molecular Mechanics and Multiscale Modelling of Materials....1330 >
[4011677] Mikrofluidik und Einzelzell-Analyse in der Biotechnologie....1332 >
[4010866] Serienentwicklung von Getrieben für PKW und leichte Nfz....1334 >
[4011569] Mechanics of Soft Engineering Materials: Rubbers, Textiles and Non-Crimp Fabrics....1336 >
[4012527] Chemische Verfahrenstechnik....1338 >
[4011728] Turbulent Flows....1341 >
[4016079] Feuerungstechnik....1343 >

[4016378] Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turbomaschinen und Strahlantrieben I (NIST I)....1345 >
[4012306] Höhere Regelungstechnik....1347 >
[4011549] Rapid Control Prototyping....1349 >
[4013365] Luftfahrtantriebe I....1352 >
[4014404] Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik....1354 >
[4017428] Machine Dynamics of Rigid Systems....1356 >
[4011680] Advanced Software Engineering....1358 >
[1618278] Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie....1360 >
[4011691] Lasermesstechnik....1363 >
[4011660] Wissenschaftstheorie und Forschungsmethodik....1365 >
[4013866] Advanced Finite Element Methods for Engineers....1367 >
[4017887] Mehrphasenströmung....1370 >
[4017883] Ramanspektroskopie in der Energie- und Verfahrenstechnik....1372 >
[4017849] Regelungstechnisches Seminar....1374 >
[4018563] Robotic Systems....1376 >
[4018564] Advanced Robotic Kinematics and Dynamics....1378 >
[4017423] Faserverbundstrukturen....1381 >
[4016357] Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt....1384 >
[1211972] Datenkommunikation und Sicherheit....1386 >
[4010999] Chemische Energieumwandlung I....1388 >
[4014354] Grundlagen der Turbomaschinen....1391 >
[4013322] Grundlagen Mobiler Antriebe....1393 >
[4010997] Fahrzeugtechnik I - Längsdynamik....1395 >
[4013361] Fahrzeugtechnik II - Querdynamik und Vertikaldynamik....1398 >
[4014360] Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen....1400 >
[4011002] Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik....1403 >
[4011611] Industrial Intelligence Interlaced Quality Management (iQM)....1405 >
[4021387] Artificial Neural Networks in Structural Mechanics....1408 >
[4022583] Regelung verteiltparametrischer Systeme....1411 >
[4011590] Akustik mobiler Antriebssysteme....1414 >
[4011049] Verbrennungskraftmaschinen: Konstruktion und Mechanik....1416 >
[4011659] Chemische Energieumwandlung II....1418 >
[4011667] Verbrennungskraftmaschinen: Thermodynamik und Emissionen....1420 >
[4011487] Dynamik der Mehrkörpersysteme....1423 >
[3022850] Water and Wastewater Treatment Technologies....1426 >
[4014340] Stationäre Gasturbinen....1428 >
[4010857] Dampfturbinen und Abwärmenutzung....1430 >
[4010856] Strom- und Wärmeversorgungsanlagen....1433 >
[4011712] Raumfahrtantriebe II....1436 >
[4011703] Raumfahrtantriebe I....1438 >
[4023500] Digitales Produktmanagement....1440 >
[4012524] Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau....1443 >

[4011421] Vehicle Acoustics.... 1446 >
[4011052] Energy Conversion Technology.... 1448 >
[4013317] Fluidtechnik - Systeme und Komponenten.... 1450 >
[4023499] Powertrain Calibration: Propulsion Systems.... 1452 >
[4017421] Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse.... 1454 >
[4012539] Ausgewählte Kapitel der Energieanlagen und Flugantriebe.... 1457 >
[4014418] Aerothermal Design of Space Transportation Systems.... 1459 >
[4025905] Automated and Connected Driving Challenges - Course.... 1461 >
[4010974] Informatik im Maschinenbau.... 1463 >
[4026525] Gasdynamik realer Gase II.... 1465 >
[4025906] Automated and Connected Driving Challenges - Research Project.... 1467 >
[4012290] Nonlinear Structural Mechanics.... 1469 >
[4011449] Numerical Methods in Mechanical Engineering.... 1472 >
[4011493] Model Order Reduction in Mechanics.... 1475 >
[4012440] Sensortechnik und Signalverarbeitung .... 1477 >
[5226454] Computational Multiphysics.... 1479 >
[1525699] In Situ Spectroscopy for Process Control.... 1481 >
[4027315] Hardware-in-the-Loop Labor für mobile Antriebe.... 1483 >
[4025565] Serienentwicklung von Triebsträngen für ‚On-Road' Nutzfahrzeuge.... 1486 >
[4011026] Mobile Arbeitsmaschinen - Antriebe und Steuerungen.... 1489 >
[4011600] Fundamentals of Machine Learning.... 1491 >
[4011718] Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I.... 1493 >
[4012543] Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe II.... 1495 >
[4021493] Computational Intelligence in Engineering.... 1497 >
[4023521] Wärmepumpensystemtechnik.... 1499 >
[4014387] Elektronik in mobilen Antrieben.... 1501 >
[4011693] Numerische Methoden der Fluid-Struktur-Interaktion.... 1503 >
[4028624] Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning.... 1506 >
[4011551] Strömung in Turbomaschinen.... 1508 >
Werkstoffingenieurwesen.... 1511 >
[5212842] Data Mining im Umfeld technischer Prozesse.... 1511 >
[5212935] Entwicklungsaufgaben in der Werkstoffoptimierung, Bauteilgestaltung und Prozessplanung.... 1514 >
[5212759] Grundlagen Prozesse.... 1516 >
[5212904] Prozesstechnik der Gießverfahren.... 1518 >
[5212838] Einführung in die Optimierung.... 1520 >
[5212848] Praktikum Prozessautomatisierung.... 1523 >
[5212843] Referenzmodelle der Leittechnik.... 1525 >
[5212928] Planung und Wirtschaftlichkeit metallurgischer Anlagen.... 1527 >
[5212909] Thermische Gewinnungsprozesse der Nichteisenmetalle.... 1529 >
[5211656] Prozess- und Werkstoffmodellierung.... 1531 >
[5212839] Grundlagen und Lösungsverfahren der Umformtechnik.... 1533 >
[5212932] Modellierung von Umformprozessen.... 1536 >

[5212939] Anlagentechnik.... 1538 >
[5212722] Berechnung und Auslegung von Industrieöfen.... 1540 >
[5212908] Eisen- und Stahlmetallurgie.... 1542 >
[5212924] Hochleistungskeramik.... 1544 >
[4011691] Lasermesstechnik.... 1546 >
[3013261] Nonlinear Finite Element Methods for Solids.... 1548 >
[4011512] Mechanics of Forming Processes.... 1550 >
[5212500] Materials Chemistry II .... 1552 >
[4011569] Mechanics of Soft Engineering Materials: Rubbers, Textiles and Non-Crimp Fabrics.... 1554 >
[5217903] Glaskeramiken und teilkristalline Composite - Materialentwicklung und -optimierung, Kinetik und Thermodynamik.... 1556 >
[5212559] Einführung in die Prozessleittechnik.... 1558 >
[5212903] Werkstofftechnik der Metalle.... 1560 >
[5227979] Application of Artificial Neural Networks in Computational Material Modeling / Simulation... 1562 >
Verschiedenes.... 1564 >
[4011666] Practical Introduction to FEM-Software I.... 1564 >
[9015711] Einführung in die Medizin I, II.... 1566 >
[3010906] Werkstoffmechanik.... 1568 >
[6010489] Anthropotechnik in der Robotik und zur Fahrzeug- und Prozessführung.... 1570 >
[4011673] Computational Systems Biotechnology.... 1573 >
[6011236] Planung und Betrieb von Elektrizitätsversorgungssystemen.... 1575 >
[4011676] Hypersonic Flight: Computational Propulsion Design.... 1577 >
[4010852] Biomechanikseminar.... 1579 >
[4012554] From Molecular to Continuum Physics II.... 1581 >
[4011554] Internationales Patent-, Marken- und Geschmacksmusterrecht.... 1583 >
[4011672] Softwareentwicklung in der Medizintechnik.... 1585 >
[3013295] Plastizitätstheorie und Bruchmechanik.... 1587 >
[4016359] Computational Systems Biotechnology 2.... 1589 >
[4010858] Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of Oxygen and Carbon Dioxide.... 1591 >
[4017429] Modellprädiktive Regelung Energietechnischer Systeme.... 1593 >
[4011569] Mechanics of Soft Engineering Materials: Rubbers, Textiles and Non-Crimp Fabrics.... 1596 >
[6017144] Identification and Control of Mechatronic Systems.... 1598 >
[6017155] Modeling of Mechatronic Systems.... 1600 >
[4022638] Simulationstechnik für Energiesysteme.... 1602 >
[3014576] Finite-Elemente-Technologie.... 1605 >
[4023501] Seminar: Learning-based Control.... 1607 >
[4024158] Sicherheitsforschung und Zukunftsforschung.... 1609 >
[4017421] Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse.... 1611 >
[4025605] Data Driven Foresight - Quantitiative Methoden der Zukunftsforschung.... 1614 >
[4026630] Sustainable Computational Engineering.... 1617 >
[9026650] Künstliche Organe I für Naturwissenschaftler und Ingenieure.... 1619 >

[4011552] Software in mobilen Antrieben ... 1621 >
[9028764] Computer simulation and machine learning for molecular medicine ... 1623 >
Schwerpunkt Informatik ... 1625 >
Wahlpflichtbereich Informatik ... 1625 >
Computergraphik ... 1625 >
[1212310] Grundlagen der Computergraphik ... 1625 >
[4016359] Computational Systems Biotechnology 2 ... 1627 >
[1215862] Physikalisch-Basierte Animation ... 1629 >
[1211905] Globale Beleuchtung und Image-based Rendering ... 1631 >
[1215696] Geometrieverarbeitung ... 1633 >
[1212686] Grafikprogrammierung in OpenGL ... 1635 >
[1215724] Computer Vision ... 1637 >
[1212692] Physikalische Simulation im Visual Computing ... 1639 >
Datenmanagment ... 1641 >
[1214958] Einführung in die Technische Informatik ... 1641 >
[1211969] Datenbanken und Informationssysteme ... 1643 >
[4023501] Seminar: Learning-based Control ... 1645 >
Software und eingebettete Systeme ... 1647 >
[1215757] Angewandte Softwaretechnik im Lebenszyklus der Automobilelektronik ... 1647 >
[1211929] Inhaltsbasierte Ähnlichkeitssuche ... 1649 >
[1212356] Software-Qualitätssicherung ... 1651 >
[1215690] Eingebettete Systeme ... 1653 >
[1212353] Funktionale Sicherheit und Systemzuverlässigkeit ... 1655 >
[1212354] Objektorientierte Softwarekonstruktion ... 1657 >
[1212355] Software-Projektmanagement ... 1659 >
[1211965] Softwaretechnik ... 1661 >
[1221329] Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen ... 1663 >
Theoretische Informatik ... 1665 >
[1212004] Berechenbarkeit und Komplexität ... 1665 >
[1115472] Diskrete Strukturen ... 1667 >
[1211977] Effiziente Algorithmen ... 1669 >
[1212327] Graphalgorithmen ... 1672 >
[1214961] Formale Systeme, Automaten, Prozesse ... 1674 >
Wissenschaftliches Rechnen ... 1676 >
[4011673] Computational Systems Biotechnology ... 1676 >
[1215721] Combinatorial Problems in Scientific Computing ... 1678 >
[1215720] High-Performance Computing ... 1680 >
[1211911] High-performance Matrix Computations ... 1682 >
[1215722] Leistungs- und Korrektheitsanalyse paralleler Programme ... 1684 >
[1215726] Parallele Programmierung II ... 1686 >
[1221329] Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen ... 1688 >
[1221327] Introduction to Algorithmic Differentiation ... 1690 >

[4026526] Reinforcement Learning and Learning-based Control ..... 1692 >
[1221328] Advanced Algorithmic Differentiation ..... 1694 >
[1228566] Advanced C++ ..... 1696 >
[4028624] Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning ..... 1699 >
Sprachverarbeitung und Mustererkennung ..... 1701 >
[1215695] Statistische Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache ..... 1701 >
[1215750] Automatische Spracherkennung ..... 1703 >
Wahlpflichtbereich Mathematik ..... 1705 >
Numerik ..... 1705 >
[1113467] Approximation, Bild- und Datenanalyse ..... 1705 >
[1113455] Numerische Analysis IV ..... 1707 >
[1113473] Iterative Löser ..... 1709 >
[1113441] Mehrgitterverfahren ..... 1711 >
[4011678] Isogeometric Analysis ..... 1713 >
[4011674] Computational Modeling of Membranes and Shells ..... 1715 >
[4011511] Molecular Mechanics and Multiscale Modelling of Materials ..... 1717 >
[1113494] Computational and Statistical Inverse Problems ..... 1719 >
[1113005] Einführung in hyperbolische Erhaltungssätze ..... 1721 >
[1114995] Mathematische Modelle in atomistischen Simulationen ..... 1723 >
[1113574] Mathematical Aspects in Computational Chemistry ..... 1725 >
[1116018] Modellreduktionsverfahren I ..... 1727 >
[1116019] Modellreduktionsverfahren II ..... 1729 >
[4020494] Fast Algorithms for Boundary Integral Equations ..... 1731 >
[1121392] Finite Element and Volume Methods ..... 1733 >
[1118163] Multiscale Techniques I ..... 1735 >
[1118165] Multiscale Techniques II ..... 1737 >
[1118272] Finite Element and Volume Methods I ..... 1739 >
[1118273] Finite Element and Volume Methods II ..... 1741 >
[1121357] Numerical methods for Stochastic Differential Equations with connections to Machine Learning ..... 1743 >
Optimierung ..... 1745 >
[1111033] Optimierung A ..... 1745 >
[1112717] Optimierung B ..... 1747 >
Partielle Differentialgleichungen ..... 1749 >
[1114965] Partielle Differentialgleichungen ..... 1749 >
[1113633] Partielle Differentialgleichungen II ..... 1751 >
[1113554] Variationsrechnung I ..... 1753 >
[1113649] Variationsrechnung II ..... 1755 >
[1114969] Mathematische Modelle der Natur- und Ingenieurwissenschaften (PDEs) ..... 1757 >
[1113517] Mathematische Modelle (ODEs) ..... 1759 >
[4013869] Adaptive Methoden für partielle Differentialgleichungen ..... 1761 >
[4011678] Isogeometric Analysis ..... 1763 >

[1113441] Mehrgitterverfahren ..... 1765 >

Verschiedenes ..... 1767 >

[1113550] Funktionentheorie I ..... 1767 >

[1113595] Kontrolltheorie ..... 1769 >

[1113510] Uncertainty Quantification ..... 1771 >

[1113439] Introduction to Transport Theory ..... 1773 >

[1113581] Seminar Computergestützte mathematische Modellierung ..... 1775 >

[1113475] Seminar: Aktuelle Themen der Numerik I ..... 1777 >

Ingenieurwissenschaftlicher Wahlpflichtbereich ..... 1779 >

Maschinenwesen ..... 1779 >

[4015709] Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen ..... 1779 >

[4013313] Automatisierungstechnik für Produktionssysteme ..... 1782 >

[4014377] Konstruktion von Fertigungseinrichtungen ..... 1785 >

[4011679] Bioprozesskinetik ..... 1788 >

[4013389] Energiesystemtechnik ..... 1791 >

[4010883] Bioreaktortechnik ..... 1794 >

[4014361] Angewandte molekulare Thermodynamik ..... 1797 >

[4011028] Energiewirtschaft ..... 1800 >

[4011664] Finite Elements in Fluids ..... 1802 >

[4011583] Parallel Computing Methods in Computational Mechanics ..... 1805 >

[4014414] Additive Fertigung in der Kunststoffverarbeitung ..... 1807 >

[4011012] Industrielle Umwelttechnik und Luftreinhaltung ..... 1810 >

[4011601] Bewegungstechnik ..... 1812 >

[4011720] Methoden der Modellierung von Turbomaschinen ..... 1815 >

[4014429] Alternative und elektrifizierte Fahrzeugantriebe ..... 1817 >

[4014388] Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit ..... 1819 >

[4014379] Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen ..... 1822 >

[4011019] Grundlagen der Maschinen und Strukturdynamik ..... 1825 >

[4011608] Luftfahrtantriebe II ..... 1828 >

[4014422] Reaktionstechnik ..... 1830 >

[4010947] Maschinendynamik starrer Systeme ..... 1833 >

[4012505] Continuum Mechanics ..... 1836 >

[4014349] Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I ..... 1839 >

[4011488] Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II ..... 1842 >

[4014424] Kosten und Wirtschaftlichkeit von Bioprozessen ..... 1845 >

[4010853] Produktaufarbeitung ..... 1848 >

[4013311] Elektromechanische Antriebstechnik ..... 1850 >

[4012516] Krafträder ..... 1853 >

[4014395] Industrieller Entwicklungsprozess von PKW-Antrieben ..... 1855 >

[4014846] Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren ..... 1857 >

[4011719] Drehflügler ..... 1859 >

[4011566] Mechanics of Living Tissues ..... 1862 >

[4011510] Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme.... 1864 >
[4013379] Wärme- und Stoffübertragung II.... 1867 >
[4011050] Wärmeübertrager und Dampferzeuger.... 1869 >
[4012502] Alternative Energietechniken.... 1871 >
[4011681] Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik.... 1874 >
[4011489] Computergestütztes Optikdesign.... 1877 >
[4012513] Change Management.... 1880 >
[4010971] Kommunikation und Organisationsentwicklung.... 1882 >
[4011051] Auslegung von Turbomaschinen.... 1884 >
[4014339] Fertigungstechnik I.... 1886 >
[4012413] Simulation Techniques in Manufacturing Technology (STMT).... 1889 >
[4010881] Grundoperationen der Energietechnik.... 1891 >
[4010928] Wärme- und Stoffübertragung I.... 1894 >
[1515609] Angewandte molekulare Katalyse.... 1897 >
[4012503] Angewandte Quantenchemie für Ingenieure.... 1899 >
[4012507] Combustion Chemistry.... 1901 >
[1513531] Chemie für Verfahrenstechnik.... 1903 >
[4010847] Einführung in optische Systeme für die Produktion.... 1905 >
[4012508] Angewandte numerische Optimierung.... 1908 >
[4014351] Reaktorsicherheit.... 1911 >
[4012541] Strahlenschutz.... 1914 >
[4014357] Angewandte Chemische Verfahrenstechnik.... 1917 >
[4014440] Mechanische Verfahrenstechnik.... 1919 >
[4011584] Modellierung technischer Systeme.... 1921 >
[4011515] Thermische Trennverfahren.... 1924 >
[4011055] Gasdynamik.... 1927 >
[4011707] Flugregelung.... 1930 >
[4011701] Raumflugmechanik I.... 1932 >
[1113434] Modellgestützte Schätzmethoden.... 1935 >
[4013366] Prozessentwicklung in der Verfahrenstechnik.... 1938 >
[4013318] Anlagenweite Regelung.... 1941 >
[1515596] Physikalische Festkörperchemie.... 1944 >
[4011692] Lattice-Boltzmann Methoden.... 1947 >
[4011665] Membranverfahren.... 1950 >
[4010885] Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik.... 1953 >
[4013856] Medizinische Verfahrenstechnik.... 1955 >
[4010854] Grundoperationen der Verfahrenstechnik.... 1958 >
[4011561] Rheologie.... 1961 >
[4013370] Flugdynamik.... 1964 >
[4013308] Simulation fluidtechnischer Systeme.... 1967 >
[4011713] Gasdynamik realer Gase.... 1969 >
[4011714] Hyperschall-Aerothermodynamik.... 1972 >
[4011684] Kurzzeitströmungsmesstechnik.... 1975 >

[4014348] Laserstrahlquellen.... 1978 >
[4011686] Anwendungen der Lasertechnik.... 1981 >
[4014342] Leichtbau.... 1984 >
[4014820] Solartechnik.... 1986 >
[4010855] Thermodynamik der Gemische.... 1988 >
[4011157] Kolbenarbeitsmaschinen.... 1991 >
[4013314] Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechtes.... 1994 >
[4010184] Einführung in Laseranwendungen.... 1996 >
[4011559] Laser in Bio- und Medizintechnik.... 1999 >
[4011688] Mikro-/Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung.... 2002 >
[4011013] Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen.... 2005 >
[4013310] Computerunterstützte Chirurgietechnik.... 2008 >
[4014435] Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten.... 2011 >
[4011575] Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates.... 2014 >
[4013321] Medizintechnik I.... 2017 >
[4014433] Medizintechnik II.... 2020 >
[4011716] Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt.... 2023 >
[4014843] Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen.... 2025 >
[4011717] Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken.... 2027 >
[4011689] Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme.... 2029 >
[4011056] Grundlagen der Finite Elemente Methode.... 2032 >
[4014444] Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen.... 2035 >
[4011004] Fügetechnik I - Grundlagen.... 2038 >
[4014834] Dynamische Unternehmensmodellierung und -simulation.... 2040 >
[4011657] Qualitätsmerkmale - planen, realisieren, erfassen.... 2042 >
[4014337] Strömungsmechanik II.... 2045 >
[4011658] Strukturentwurf und Konstruktion.... 2048 >
[4011708] Aerodynamik II.... 2051 >
[4012291] Computational Contact Mechanics.... 2054 >
[4011687] Strömungs- und Temperaturgrenzschichten.... 2057 >
[4014378] Strukturdynamik I.... 2059 >
[4014356] Strukturdynamik II.... 2062 >
[4013307] Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme.... 2065 >
[4014425] Einführung in die Arbeitswissenschaft.... 2068 >
[4014291] Messtechnik und Qualität.... 2070 >
[4012557] Methoden im Qualitätsmanagement.... 2073 >
[4011662] Optische Messtechnik und Bildverarbeitung.... 2076 >
[4010867] Qualitäts- und Projektmanagement.... 2079 >
[4014336] Aerodynamik I.... 2082 >
[4011555] Biologische und Medizinische Strömungstechnik I.... 2084 >
[4011690] Biologische und Medizinische Strömungstechnik II.... 2086 >
[4014419] Strömung in Turbomaschinen Labor.... 2088 >
[4011054] Numerische Strömungsmechanik I.... 2090 >

[4011486] Failure of Structures and Structural Elements....2093 >
[4011018] Numerische Strömungsmechanik II.... 2095 >
[4010886] Strömungsmessverfahren I.... 2098 >
[4014352] Strömungsmessverfahren II.... 2101 >
[4011490] Fahrzeug- und Windradaerodynamik.... 2103 >
[4011016] Business Engineering....2105 >
[4013309] Modellierung der Laserfertigungsverfahren.... 2107 >
[4013320] Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren....2110 >
[4014371] Konstruieren mit spröden Werkstoffen.... 2113 >
[4014434] Verfahren der Oberflächentechnik.... 2115 >
[4011683] Hochtemperatur-Werkstofftechnik.... 2118 >
[4011661] Qualität und Recht....2120 >
[4011511] Molecular Mechanics and Multiscale Modelling of Materials....2122 >
[4011677] Mikrofluidik und Einzelzell-Analyse in der Biotechnologie....2124 >
[4010866] Serienentwicklung von Getrieben für PKW und leichte Nfz.... 2126 >
[4011569] Mechanics of Soft Engineering Materials: Rubbers, Textiles and Non-Crimp Fabrics....2128 >
[4012527] Chemische Verfahrenstechnik.... 2130 >
[4011728] Turbulent Flows....2133 >
[4016079] Feuerungstechnik.... 2135 >
[4016378] Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turbomaschinen und Strahlantrieben I (NIST I)....2137 >
[4012306] Höhere Regelungstechnik....2139 >
[4011549] Rapid Control Prototyping.... 2141 >
[4013365] Luftfahrtantriebe I....2144 >
[4014404] Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik.... 2146 >
[4017428] Machine Dynamics of Rigid Systems.... 2148 >
[4011680] Advanced Software Engineering....2150 >
[1618278] Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie.... 2152 >
[4011691] Lasermesstechnik....2155 >
[4011660] Wissenschaftstheorie und Forschungsmethodik....2157 >
[4013866] Advanced Finite Element Methods for Engineers.... 2159 >
[4017887] Mehrphasenströmung....2162 >
[4017883] Ramanspektroskopie in der Energie- und Verfahrenstechnik .... 2164 >
[4017849] Regelungstechnisches Seminar....2166 >
[4018563] Robotic Systems.... 2168 >
[4018564] Advanced Robotic Kinematics and Dynamics....2170 >
[4017423] Faserverbundstrukturen....2173 >
[4016357] Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt.... 2176 >
[1211972] Datenkommunikation und Sicherheit.... 2178 >
[4010999] Chemische Energieumwandlung I....2180 >
[4014354] Grundlagen der Turbomaschinen.... 2183 >
[4013322] Grundlagen Mobiler Antriebe.... 2185 >
[4010997] Fahrzeugtechnik I - Längsdynamik....2187 >

INHALT
Modulhandbuch für Computational Engineering Science MSCES

[4013361] Fahrzeugtechnik II - Querdynamik und Vertikaldynamik.... 2190 >
[4014360] Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen.... 2192 >
[4011002] Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik.... 2195 >
[4011611] Industrial Intelligence Interlaced Quality Management (iQM).... 2197 >
[4021387] Artificial Neural Networks in Structural Mechanics.... 2200 >
[4022583] Regelung verteiltparametrischer Systeme.... 2203 >
[4011590] Akustik mobiler Antriebssysteme.... 2206 >
[4011049] Verbrennungskraftmaschinen: Konstruktion und Mechanik.... 2208 >
[4011659] Chemische Energieumwandlung II.... 2210 >
[4011667] Verbrennungskraftmaschinen: Thermodynamik und Emissionen.... 2212 >
[4011487] Dynamik der Mehrkörpersysteme.... 2215 >
[3022850] Water and Wastewater Treatment Technologies.... 2218 >
[4014340] Stationäre Gasturbinen .... 2220 >
[4010857] Dampfturbinen und Abwärmenutzung.... 2222 >
[4010856] Strom- und Wärmeversorgungsanlagen.... 2225 >
[4011712] Raumfahrtantriebe II.... 2228 >
[4011703] Raumfahrtantriebe I.... 2230 >
[4023500] Digitales Produktmanagement.... 2232 >
[4011421] Vehicle Acoustics.... 2235 >
[4012524] Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau.... 2237 >
[4011052] Energy Conversion Technology.... 2240 >
[4013317] Fluidtechnik - Systeme und Komponenten.... 2242 >
[4023499] Powertrain Calibration: Propulsion Systems.... 2244 >
[4017421] Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse.... 2246 >
[4012539] Ausgewählte Kapitel der Energieanlagen und Flugantriebe.... 2249 >
[4014418] Aerothermal Design of Space Transportation Systems.... 2251 >
[4025905] Automated and Connected Driving Challenges - Course.... 2253 >
[4010974] Informatik im Maschinenbau.... 2255 >
[4026525] Gasdynamik realer Gase II.... 2257 >
[4025906] Automated and Connected Driving Challenges - Research Project.... 2259 >
[4012290] Nonlinear Structural Mechanics.... 2261 >
[4011449] Numerical Methods in Mechanical Engineering.... 2264 >
[4011493] Model Order Reduction in Mechanics.... 2267 >
[4012440] Sensortechnik und Signalverarbeitung .... 2269 >
[5226454] Computational Multiphysics.... 2271 >
[1525699] In Situ Spectroscopy for Process Control.... 2273 >
[4027315] Hardware-in-the-Loop Labor für mobile Antriebe.... 2275 >
[4025565] Serienentwicklung von Triebsträngen für ‚On-Road‘ Nutzfahrzeuge.... 2278 >
[4011026] Mobile Arbeitsmaschinen - Antriebe und Steuerungen.... 2281 >
[4011600] Fundamentals of Machine Learning.... 2283 >
[4011718] Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I.... 2285 >
[4012543] Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe II.... 2287 >
[4021493] Computational Intelligence in Engineering.... 2289 >

[4023521] Wärmepumpensystemtechnik.... 2291 >
[4014387] Elektronik in mobilen Antrieben.... 2293 >
[4011693] Numerische Methoden der Fluid-Struktur-Interaktion.... 2295 >
[4028624] Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning.... 2298 >
[4011551] Strömung in Turbomaschinen.... 2300 >
Werkstoffingenieurwesen.... 2303 >
[5212842] Data Mining im Umfeld technischer Prozesse.... 2303 >
[5212935] Entwicklungsaufgaben in der Werkstoffoptimierung, Bauteilgestaltung und Prozessplanung.... 2306 >
[5212759] Grundlagen Prozesse.... 2308 >
[5212904] Prozesstechnik der Gießverfahren.... 2310 >
[5212838] Einführung in die Optimierung.... 2312 >
[5212848] Praktikum Prozessautomatisierung.... 2315 >
[5212843] Referenzmodelle der Leittechnik.... 2317 >
[5212928] Planung und Wirtschaftlichkeit metallurgischer Anlagen.... 2319 >
[5212909] Thermische Gewinnungsprozesse der Nichteisenmetalle.... 2321 >
[5211656] Prozess- und Werkstoffmodellierung.... 2323 >
[5212839] Grundlagen und Lösungsverfahren der Umformtechnik.... 2325 >
[5212932] Modellierung von Umformprozessen.... 2328 >
[5212939] Anlagentechnik.... 2330 >
[5212722] Berechnung und Auslegung von Industrieöfen.... 2332 >
[5212908] Eisen- und Stahlmetallurgie.... 2334 >
[5212924] Hochleistungskeramik.... 2336 >
[4011691] Lasermesstechnik.... 2338 >
[3013261] Nonlinear Finite Element Methods for Solids.... 2340 >
[4011512] Mechanics of Forming Processes.... 2342 >
[5212500] Materials Chemistry II .... 2344 >
[4011569] Mechanics of Soft Engineering Materials: Rubbers, Textiles and Non-Crimp Fabrics.... 2346 >
[5217903] Glaskeramiken und teilkristalline Composite - Materialentwicklung und -optimierung, Kinetik und Thermodynamik.... 2348 >
[5212559] Einführung in die Prozessleittechnik.... 2350 >
[5212903] Werkstofftechnik der Metalle.... 2352 >
[5227979] Application of Artificial Neural Networks in Computational Material Modeling / Simulation... 2354 >
Verschiedenes.... 2356 >
[4011666] Practical Introduction to FEM-Software I.... 2356 >
[9015711] Einführung in die Medizin I, II.... 2358 >
[3010906] Werkstoffmechanik.... 2360 >
[6010489] Anthropotechnik in der Robotik und zur Fahrzeug- und Prozessführung.... 2362 >
[4011673] Computational Systems Biotechnology.... 2365 >
[6011236] Planung und Betrieb von Elektrizitätsversorgungssystemen.... 2367 >
[4011676] Hypersonic Flight: Computational Propulsion Design.... 2369 >
[4010852] Biomechanikseminar.... 2371 >
[4012554] From Molecular to Continuum Physics II.... 2373 >

[4011554] Internationales Patent-, Marken- und Geschmacksmusterrecht....2375 >
[4011672] Softwareentwicklung in der Medizintechnik....2377 >
[3013295] Plastizitätstheorie und Bruchmechanik....2379 >
[4016359] Computational Systems Biotechnology 2....2381 >
[4010858] Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of Oxygen and Carbon Dioxide....2383 >
[4017429] Modellprädiktive Regelung Energietechnischer Systeme....2385 >
[4011569] Mechanics of Soft Engineering Materials: Rubbers, Textiles and Non-Crimp Fabrics....2388 >
[6017144] Identification and Control of Mechatronic Systems....2390 >
[6017155] Modeling of Mechatronic Systems....2392 >
[4022638] Simulationstechnik für Energiesysteme....2394 >
[3014576] Finite-Elemente-Technologie....2397 >
[4023501] Seminar: Learning-based Control....2399 >
[4024158] Sicherheitsforschung und Zukunftsforschung....2401 >
[4017421] Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse....2403 >
[4025605] Data Driven Foresight - Quantitiative Methoden der Zukunftsforschung....2406 >
[4026630] Sustainable Computational Engineering....2409 >
[9026650] Künstliche Organe I für Naturwissenschaftler und Ingenieure....2411 >
[4011552] Software in mobilen Antrieben....2413 >
[9028764] Computer simulation and machine learning for molecular medicine....2415 >
Masterarbeit....2417 >
[4014481] Masterarbeit....2417 >

Prüfungsordnungsbeschreibung: Computational Engineering Science (SPO-Version / 2011)

Titel	Computational Engineering Science
Kurzbezeichnung	MSCES
Version	2011
Studien- und Qualifikationsziele	Der Masterstudiengang Computational Engineering Science qualifiziert Absolvent*innen für anspruchsvolle technisch-naturwissenschaftlich orientierte Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die die Anwendung oder Entwicklung computergestützter Analyse- oder Entwurfsmethoden beinhaltet. Sie besitzen ein ausgeprägt interdisziplinäres Qualifikationsprofil. Diese Interdisziplinarität ist durch ein breites technisches und methodenorientiertes, mathematisches und informatisches Fundament ausgezeichnet. Studierende, die einen Masterabschluss erworben haben, verfügen über folgende Qualifikationen: • Absolvent*innen sind im Stande, komplexe Aufgaben systematisch zu analysieren, Lösungen zu entwickeln und zu validieren. Sie sind befähigt, bei auftretenden Problemen geeignete Maßnahmen zu ergreifen, die zu deren Lösung notwendig sind. Absolvent*innen können zudem komplexe Fragestellungen konstruktiv in Angriff nehmen. Sie haben gelernt, zu diesem Zweck Systeme und Methoden des Fachs zielorientiert einzusetzen. • Durch das breit vermittelte Fachwissen sind Absolvent*innen in der Lage, auf hohem Niveau selbstständig mathematische Modelle zu entwerfen, die technische Problemstellungen in angemessenem Detaillierungsgrad wiedergeben. Sie können computergestützte Analyse- und Entwurfsmethoden anwenden. • Über die bloße Anwendung der computergestützten Methoden hinaus kennen Absolvent*innen aufgrund ihrer mathematischen und insbesondere auch numerischen Ausbildung die Grenzen der Aussagekraft der verwendeten Computerprogramme. Aufgrund ihrer breiten methodenorientierten und technischen Ausbildung können sie selbst Computerprogramme zur Lösung technischer Probleme entwickeln. • Absolvent*innen haben sich verschiedene technische und soziale Kompetenzen (Abstraktionsvermögen, systemanalytisches Denken, Team- und Kommunikationsfähigkeit, internationale und interkulturelle Erfahrung etc.) angeeignet, die für Führungsaufgaben qualifizieren.
Qualifikationsprofil	
Weitere Informationen	

+ CES-Seminar (1115988)

Modultitel	CES-Seminar (Pflichtfach)
Kennung	1115988
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Das CES-Seminar setzt sich aus einer Reihe von Vorträgen zu aktuellen Forschungsthemen und einer Forschungsarbeit mit anschließender mündlicher Präsentation zusammen.
Lernziele/Lernergebnisse	-
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	keine
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Teilnahme an der Vortragsreihe und eine Forschungsarbeit mit mündlicher Präsentation
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. Manuel TorrilhonUniversitätsprofessor Marek Behr Ph. D.Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Uwe Naumann
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

+ CES-Seminar (1115988)

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
CES-Seminar: Präsentation (111598803)	1. Semester	1. Semester	0	2
CES Seminar: Prüfung (111598801)	1. Semester	1. Semester	4	0
CES-Seminar: Vortragsreihe (111598802)	1. Semester	1. Semester	1	1

Modultitel	Grundlagen der Computergraphik (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212310
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2007
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Grundlagen der Geometriedarstellung (Polygonnetze, Volumendarstellungen, Freiform Kurven und Flächen), Lokale Beleuchtung (3D Transformationen, Clipping, Rasterisierung, Lighting, Shading), Globale Beleuchtung (Sichtbarkeitsproblem, Schattenberechnung, Ray Tracing, Radiosity), Grundlagen der Bildverarbeitung (Transformationen, Farbkodierung, Bildkompression), Volumen-Rendering.
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnis der wichtigsten Datenstrukturen zur Darstellung von dreidimensionalen Objekten und Szenenbeschreibungen. Fertigkeiten: Erlernen der elementaren Operationen und Methoden zur Transformation eines 3D Modells in ein realistisches zweidimensionales Bild (Rendering-Pipeline). Kompetenzen: Überblick über die zentralen Probleme und deren effiziente Lösungen im Bereich der Computer Grafik.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Kenntnisse über Algorithmen und Datenstrukturen sowie in Linearer Algebra
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundkenntnisse über Algorithmen und Datenstrukturen sowie Lineare Algebra.
Literatur	Tomas Akenine-Möller et al.: Real-Time Rendering (3rd Edition). Taylor & Francis, 2008 | Alan Watt: 3D Computer Graphics (3rd Edition). Addison-Wesley, 1993
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Leif Kobbelt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in die Computergraphik (121231002)	1. Semester	2. Semester	0	3
Prüfung Einführung in die Computergraphik (121231001)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in die Computergraphik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Computational Systems Biotechnology 2 (Wahlpflichtfach)
Kennung	4016359
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Lehrveranstaltung befasst sich mit der dynamischen Modellierung biochemischer Netzwerke mit möglichen Anwendungen in der Systembiologie, Enzymtechnologie und Bioprozesstechnik. Im Zentrum steht die generelle Problematik und Methodik der Modellierung komplexer biologischer Prozesse. Diverse Analysewerkzeuge wie Systemlinearisierung, Sensitivitätsanalyse, Kontrolltheorie oder Parameter-Bestimmtheitsanalyse werden in diesem Kontext vermittelt und an einfachen Beispielen praktisch geübt
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Struktur typischer biochemischer Netzwerke (Metabolismus, Genregulation, Signalkaskaden) • Beschreibung des dynamischen und stationären Verhaltens biochemischer Netzwerke • Ansätze zur approximativen Beschreibung der Kinetik und Thermodynamik biochemischer Reaktionen • Analyse des dynamischen Verhalten • Quasi-Steady-State-Approximationen und Modellvereinfachungsansätze • Sensitivitätsanalyse, Parameterschätzung und metabolische Kontrolltheorie • verfügbare Simulationswerkzeuge und systembiologische Standards • Problematik der Modellierung großer Netzwerke in der Praxis Fertigkeiten und Kompetenzen: • systematisches Aufstellen von Modellgleichungen für biochemische Netzwerke • Informationsbeschaffung zur Parametrierung von Modellen • Kenntnis bzw. Bedienung wesentlicher Simulationswerkzeuge für biochemische Netzwerke • Analyse des dynamischen Verhaltens eines Netzwerks mittels Simulation und Eigenwertanalyse • Verständnis und Anwendung von Quasi-Steady-State-Annahmen • Durchführung verschiedener Linearisierungsansätze (Systemlinearisierung, Parameter/ Startwertsensitivitäten) • Interpretation von Sensitivitäten, Kovarianzen und Kontrollkoeffizienten Sonstiges (fakultativ): • interdisziplinäres Arbeiten im Grenzbereich Ingenieurwissenschaften / Biologie
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: Generell können fehlende Grundkenntnisse anhand von Lehrmaterialien in der Vorbereitungsphase nachgeholt werden. " Mathematische Grundkenntnisse in Linearer Algebra auf dem Niveau der Grundvorlesung 'Computational Biotechnology' im Studiengang Biotechnologie. " MATLAB-Grundkenntnisse: Kommandozeile, Grundbefehle, Matrizen, einfache Skripte " Biochemische Grundkenntnisse: Enzym- und Transportkinetik, Gleichgewichtsthermodynamik " Grundkenntnisse über zentrale Stoffwechsel-Netzwerke: Glykolyse, Penthosephosphatweg, Zitronensäurezyklus, Anaplerosis, Oxidative Phosphorylierung, Aminosäuresynthesewe
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • mathematische Grundvorlesungen (Lineare Algebra, Analysis) • Grundkenntnisse der Biochemie (Enzyme) • MATLAB Grundkenntnisse

	Empfohlene Voraussetzungen: • Fehlende Voraussetzungen zu biochemischen Reaktionsnetzwerken und Zellbiologie werden im Rahmen der Lehrveranstaltung über kurze Brückenkurse bzw. Material zum Eigenstudium nachgeholt. Darunter auch: • Grundlagen der Zellbiologie einzelliger Organismen (Bakterien, Hefen) • grundlegende Stoffwechselnetzwerke (Glykolyse, Zitratzyklus) • Grundmechanismen der Genregulation
Literatur	Veranstaltungsliteratur: • Palsson B. Systems Biology: Simulation of Dynamic Network States. Cambridge University Press 2011 • Weitere Literatur, Vorlesungsfolien, MATLAB-Programme werden zur Verfügung gestellt Empfohlene weiterführende Literatur: • Heinrich R, Schuster S. The Regulation of Cellular Systems. Chapman & Hall 1996. • Szallasi Z, Stelling J, Periwal V. System Modeling in Cellular Biology. Bradford Books 2006. • Klipp E. et al. Systems Biology - A Textbook. Wiley 2009. • Kremling A. Systems Biology: Mathematical Modeling and Model Analysis. CRC Press 2013.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 20% aus der Bearbeitung der Hausaufgaben zwischen den Einführungsvorlesungen und der Blockwoche und zu 80% aus einer abschließenden mündliche Einzelprüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang Wiechert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computational Systems Biotechnology 2 (401635901)	1. Semester	2. Semester	7	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Computational Systems Biotechnology 2	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Computational Systems Biotechnology 2	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Physikalisch-Basierte Animation (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215862
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Grundlagen der physikalisch-basierten Animation, Partikelsysteme, Starrkörper, Simulation deformierbarer Festkörper mit diskreten und kontinuierlichen Modellen, Simulation von Fluiden, Kollisionserkennung und -behandlung
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse: Bei erfolgreichem Abschluss des Moduls sollten die Studierenden über folgende Kenntnisse verfügen: Verständnis aktueller Simulationsverfahren für Starrkörper, deformierbare Körper und Fluide, Erfahrung mit Echtzeitsimulation in der Computergraphik, Algorithmen zur Kollisionserkennung | Fertigkeiten: Studierende sollten in der Lage sein die erlernten Techniken selbstständig zu implementieren | Kompetenzen: Basierend auf dem erlernten Wissen und den entwickelten Fähigkeiten sollten Studierende in der Lage sein, Problemstellungen im Bereich der physikalisch-basierten Animation zu analysieren, passende Verfahren zur Lösung eines Problems auszuwählen und anzuwenden, Simulationsverfahren zu bewerten, die erlernten Verfahren durch eigene Ideen zu erweitern
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundlegende Kenntnisse von Numerik, Algorithmen und Datenstrukturen, Computergraphik.
Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Jan Stephen Bender
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Physikalisch-Basierte Animation (121586202)	1. Semester	2. Semester	0	1
Prüfung Physikalisch-Basierte Animation (121586201)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Physikalisch-Basierte Animation	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Globale Beleuchtung und Image-based Rendering (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211905
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Global Illumination: • Rendering equation • Radiosity techniques • Monte-Carlo- und Metropolis-techniques • Photon mapping Image-Based Rendering: • Lightfields and their generation • Rendering and compression • The Lumigraph
Lernziele/Lernergebnisse	**Knowledge** Vermittlung von • Verständnis des physikalisches Modells des Lichttransportes in einer dreidimensionalen Szene • Kenntnis der wichtigsten Verfahren zur Simulation physikalisch korrekter Beleuchtung • Erlernen der wichtigsten bildbasierten Beleuchtungs- und Renderverfahren **Skills** Die Studenten sollten in der Lage sein • Verschiedene Verfahren zur Beleuchtungssimulation zu implementieren • Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren für unterschiedliche Anwendungen zu erörtern Kompetenzen: **Competences** Basierend auf dem vermittelten Wissen und Fähigkeiten soll es den Studenten möglich sein • einen Vergleich zwischen Verfahren der Beleuchtungsberechnung hinsichtlich verschiedener Aspekte zu ziehen • eine Bewertung der Realisierbarkeit von Verfahren in bestimmten Anwendungen vorzunehmen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	• Analysis • Linear Algebra • Basic Techniques in Computer Graphics Students must pass the exercises to be admitted to the examination. Details will be provided in the lecture.
Literatur	• Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics: Principles and Practice, Section 16.11 - 16.13 • Philip Dutre, Kavita Bala, Philippe Bekaert: Advanced Global Illumination • Henrik W. Jensen: Realistic Image Synthesis Using Photon Mapping • P. Debevec et al.: Image-Based Modeling, Rendering, and Lighting, SIGGRAPH 99 Course Notes

Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The grading results from 100% of the final exam of this module. The exam can be a written or an oral exam. The final form of the examination is announced at the beginning of the lecture. If it is intended that homework will count for the examination grade, the respective paragraphs of the examination regulations have to be followed. The exam is done at the end of the lecture period.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Leif Kobbelt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Globale Beleuchtung und Image-based Rendering (121190502)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Globale Beleuchtung und Image-based Rendering (121190501)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Globale Beleuchtung und Image-based Rendering	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Geometrieverarbeitung (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215696
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Methoden zur Erzeugung von Polygonnetzen (Laserscanning, Registrierung und Integration einzelner Netzteile, etc.), Optimierung von Polygonnetzen (Glättung, Remeshing, Dezimierung, Refinement), Hierarchische Darstellungsformen (coarse-to-fine und fine-to-coarse Hierarchien), Ansätze zur 3D Modellierung mit Netzen, Parametrisierung und Texturierung, Effiziente Datenstrukturen und Netzkompression.
Lernziele/Lernergebnisse	Bei erfolgreichem Abschluss des Moduls sollten die Studierenden über folgende Kenntnisse verfügen: Techniken zur Erzeugung von hoch-detaillierten dreidimensionalen Modellen von realen Objekten, aktuelle Algorithmen zur Optimierung, Modellierung und Parametrisierung von Geometriedaten mit einem Schwerpunkt auf polygonalen Netzen. Studierende sollen die Fähigkeit erhalten, die erlernten Techniken selbstständig zu implementieren. Basierend auf dem erlernten Wissen und den entwickelten Fähigkeiten sollten Studierende in der Lage sein, Problemstellungen im Bereich der Geometrieverarbeitung zu analysieren, adäquate Algorithmen zur Lösung dieser Probleme auszuwählen und anzuwenden, Stärken und Schwächen der erlernten Algorithmen zu identifizieren sowie Ideen zur Erweiterung und/oder Verbesserung der erlernten Algorithmen zu entwickeln.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse der Vorlesung „Grundlagen der Computergrafik“, sowie Grundkenntnisse über Algorithmen und Datenstrukturen sowie Lineare Algebra.
Literatur	Botsch, Kobbelt, Pauly, Alliez, Levy: Polygon Mesh Processing
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Leif Kobbelt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Geometrieverarbeitung (121569602)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Geometrieverarbeitung (121569601)	2. Semester	1. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Geometrieverarbeitung	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Grafikprogrammierung in OpenGL (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212686
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Standard OpenGL: - Geometrie-Repräsentationen - Transformationen - Farben, Texturing - Beleuchtung - Effiziente Datenstrukturen - OpenGL-Buffer - Interaktion • Weiterführende Techniken wie komplexere Beleuchtungsmodelle, Schatten, Performance, Special Effects • OpenGL Extensions • GLSlang • GPGPU: Die GPU als genereller Parallelprozessor
Lernziele/Lernergebnisse	• Praktische Einführung in die 3D-Grafikprogrammierung • Fundierte OpenGL-Kenntnisse • Weiterführender Aspekte wie z.B. Performance-Tuning, Shaderprogrammierung, GPGPU
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse in C++ und zu Grundlagen der Compugergrafik.
Literatur	• M. Woo, J. Neider, T. Davis, and D. Shreiner: OpenGL Programming Guide, 4th Edition, 2003, Addison-Wesley Professional • Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics: Principles and Practice, 1995, Addison-Wesley Professional • Nehe OpenGL Tutorials, http://nehe.gamedev.net/
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Leif Kobbelt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0

Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grafikprogrammierung in OpenGL (121268602)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung Grafikprogrammierung in OpenGL (121268601)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Grafikprogrammierung in OpenGL	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Computer Vision (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215724
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Grundlagen der Bilderzeugung, lineare Filter, Bildsegmentierung, Objekterkennung, Objektkategorisierung, 3D Rekonstruktion, Anwendung aktueller Methoden des maschinellen Lernens für die oben beschriebenen Themen
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse: Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen haben die Vorlesungsteilnehmer Kenntnisse und Fähigkeiten in den Themenfeldern, die unter Inhalt beschrieben werden, erworben. | Fertigkeiten: Vorlesungsteilnehmer können Methoden und Techniken, die es einer Maschine ermöglichen, Bilder und Videos zu analysieren und ihren Inhalt zu verstehen herleiten und erklären. Sie kennen die aktuellen Forschungstrends und -entwicklungen. Dadurch sind sie in der Lage, die grundlegenden Computer Vision Techniken, die für diese Fähigkeiten benötigt werden, auszuwählen. | Kompetenzen: Vorlesungsteilnehmer sind in der Lage, die behandelten Methoden selbstständig auf reale Probleme anzuwenden. Sie sind in der Lage, die vorgestellten Algorithmen selbst zu implementieren und diese in einer Programmiersprache ihrer Wahl umzusetzen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Kenntnisse in Linearer Algebra, Grundlegende Kenntnisse aus Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Übungsaufgaben. Details werden in der Vorlesung bekanntgegeben.
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundlegende Kenntnisse in Linearer Algebra, Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik.
Literatur	R. Szeliski, Computer Vision - Algorithms and Applications, Springer, 2010 | K. Grauman, B. Leibe, Visual Object Recognition, Morgan & Kaufman publishers, 2011 | I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning, 2016 | R. Hartley, A. Zisserman. Multiple View Geometry in Computer Vision, 2nd Edition, Cambridge University Press, 2004.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. sc. techn. Bastian Leibe
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0

Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Computer Vision (121572402)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	1
Prüfung Computer Vision (121572401)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Computer Vision	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Physikalische Simulation im Visual Computing (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212692
Version	V3
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Mehrkörpersysteme, Deformierbare Festkörper, Finite-Elemente-Methoden, Volumenerhaltung, Simulation inkompressibler Fluide mit Lagrangeschen Ansätzen, Viskosität, Oberflächenspannung
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse: Bei erfolgreichem Abschluss des Moduls sollten die Studierenden über folgende Kenntnisse verfügen: Verständnis fortgeschrittener Techniken für die Simulation von Mehrkörpersystemen, deformierbarer Festkörper und Fluide, Erfahrung mit der Simulation komplexer physikalischer Verhaltensweisen unterschiedlicher Materialien, Verständnis von Methoden zur Kollisionsbehandlung | Fertigkeiten: Studierende sollten in der Lage sein, die erlernten Techniken selbstständig zu implementieren | Kompetenzen: Basierend auf dem erlernten Wissen und den entwickelten Fähigkeiten sollten Studierende in der Lage sein, Problemstellungen im Bereich der physikalisch-basierten Simulation zu analysieren, passende Verfahren zur Lösung eines Problems auszuwählen und anzuwenden, Simulationsverfahren zu bewerten, die erlernten Verfahren durch eigene Ideen zu erweitern
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine.
Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	-
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Physikalische Simulation im Visual Computing (121269202)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	0	1
Prüfung Physikalische Simulation im Visual Computing (121269201)	2. Semester	1. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Physikalische Simulation im Visual Computing	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Einführung in die Technische Informatik (Wahlpflichtfach)
Kennung	1214958
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Auffrischung Physik-Grundwissen (Ladung, Feld, Potenzial, Spannung, Strom, Widerstand, Ohmsches Gesetz, Spannungsteiler, Kirchhoffsche Regeln, Kapazität, Kondensator, Ladekurve, RCTiefpass, Induktivität, RLC-Schwingkreis) • Halbleiter-Bauelemente (pn-Übergang, Diode, Kennlinie, Anwendungen: Gleichrichter, UND/ODER-Schaltungen, Bipolartransistor, Kennlinie, physikalische Erklärung (npn, pnp), Anwendungen: Schalter, Flipflop) • Programmierbare Logik (FPGA) • Hardwareentwurf (Einführung in Schematics und VHDL, Synthese eines einfachen Schaltwerkes (z.B. Automat oder ALU) in VHDL) • Analoge Schaltungen (Motivation: Anbindung des Rechners an seine Umgebung; Operationsverstärker, Grundschaltungen: Komparator, Schmitt-Trigger, Analogrechner, Analog-Digital- und Digital-Analogwandlung mit Operationsverstärkern) • Mikrocontroller (Architektur, Interrupts, Programmierung, Anwendungen) • Schaltfunktionen und ihre Repräsentation • Spezifische Schaltnetze und ihre Verbesserung • Schaltnetzwerke • Rechnerarithmetik • Von-Neumann-Architektur, CISC/RISC
Lernziele/Lernergebnisse	**Kenntnisse:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende • die physikalischen Prinzipien, die der Funktionsweise von elektronischen Rechnern zugrunde liegen • die wichtigsten Technologien und Konzepte, die beim Entwurf und der Analyse von rechnergestützten Systemen benötigt werden • den Aufbau und die Funktionsweise von Digitalrechnern und ihrer Teile, sowie die mathematischen Hilfsmittel für ihre Beschreibung und ihren Entwurf. • (Kenntnisse zur Durchführung des Praktikums Systemprogrammierung.) **Fähigkeiten:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden • elektronische Bauelemente verwenden • Grundschaltungen umsetzen • Grundfähigkeiten im Hardwareentwurf anwenden **Kompetenzen:** Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage, • kompetent mit Ingenieuren zu kommunizieren
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine.
Literatur	s. Veranstaltung im CAMPUS

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Stefan KowalewskiUniversitätsprofessor Gerhard Lakemeyer Ph. D.
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	150,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in die Technische Informatik (121495802)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Einführung in die Technische Informatik (121495801)	2. Semester	1. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in die Technische Informatik	2. Semester	1. Semester	-	4
Globalübung Einführung in die Technische Informatik	2. Semester	1. Semester	-	-

Modultitel	Datenbanken und Informationssysteme (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211969
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Aufgaben und Bedeutung von Informationssystemen • Relationale Datenbankmodelle • Relationale Anfragesprachen und ihre formalen Grundlagen • Entwurf relationaler Datenbanken (konzeptuelle Modellierung, Normalisierungstheorie) • Grundelemente relationaler Datenbankimplementierung (Architekturen, Anfrageverarbeitung, Transaktionsmanagement) • Überblick neuere Datenmodelle: - objektorientierte / objektrelationale Datenbanken - Internet-Informationssysteme/ XML - Betriebliche Informationsmodellierung und ERP • Praktische Übungen im Datenbanklabor: SQL-Day, XML-Day, ERP-Day
Lernziele/Lernergebnisse	**Kenntnisse:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende • den Entwurf betrieblicher Informationssysteme, • die Rolle von Datenbanken und Informationssystemen, • das relationale Datenbankmodell, insbesondere die relationalen Anfragesprachen (SQL) und ihre formalen Grundlagen, • die Vorgehensweise beim relationalen Datenbankentwurf, insbesondere die konzeptuelle Modellierung und Normalisierungstheorie, • Grundprobleme und Ansätze der Datenbankimplementierung und Datenbankadministration (Architektur, Anfrageauswertung, Transaktionsmanagement), • Grundprobleme und Ansätze der Datenbankimplementierung und Datenbankadministration (Architektur, Anfrageauswertung, Transaktionsmanagement), • semi-strukturierte Datenmodelle sowie • Grundlagen des Data Engineerings. **Fähigkeiten:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende • Anfragen an relationale Datenbanken entwickeln (SQL), • relationale Datenbanken systematisch entwerfen, insbesondere deren konzeptuelle Modellierung, die Übersetzung in ein Datenbankschema sowie deren Normalisierung durchführen, • Datenbanken implementieren und administrieren (Architektur, Anfrageauswertung, Transaktionsmanagement), • betrieblicher Informationssysteme entwerfen sowie • Prinzipien des Data Engineering anwenden. **Kompetenzen:** Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage • für gegebene Problemstellungen betriebliche Informationssyteme auf der Basis relationaler Datenbanktechnologie zu entwerfen und zu implementieren, • ein konzeptuelles Modell einer Domäne zu erstellen, dieses in ein Datenbankschema zu überführen und das Datenbankschema dann in einer Datenbank zu realisieren, • basierend auf dem Datenbankschema Daten abzulegen und in SQL anzufragen, • alternative Datenmodelle wie XML und RDF zu verwenden und diese anzufragen sowie • mit Werkzeugen des Data Engineering umzugehen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Datenstrukturen und Algorithmen und Grundlagen der Logik

	Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Übungsaufgaben. Details werden in der Vorlesung bekanntgegeben.
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundlegende Kenntnisse zu Datenstrukturen, Algorithmen und Grundlagen der Logik.
Literatur	- Folien zur Vorlesung - Standardbücher: • Elmasri R., Navathe S.B., Fundamentals of Database Systems Benjamin-Cummings • Kemper, A., Eicker, A.: Datenbanksysteme – eine Einführung. Oldenbourg. Seite 10 • Vossen G., Datenmodelle, Datenbanksprachen und Datenbank-Managementsysteme, Addison-Wesley
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. pol. Stefan Decker & Universitätsprofessor Dr. rer. pol. Matthias Jarke
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Datenbanken und Informationssysteme (121196902)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Datenbanken und Informationssysteme (121196901)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Datenbanken und Informationssysteme (2)	2. Semester	1. Semester	-	3
Globalübung Datenbanken und Informationssysteme (2)	2. Semester	1. Semester	-	-

Modultitel	Seminar: Learning-based Control (Wahlpflichtfach)
Kennung	4023501
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The use of machine learning and artificial intelligence has huge potential for building future engineering systems such as autonomous robots, vehicles, or smart infrastructure systems. However, important research challenges have to be overcome to have Al-systems operate in the real world such as the need for safety guarantees, data-efficient methods, and the combination of prior knowledge with data. Learning-based control is a recent and very active area of research that addresses these challenges and broadly denotes the intersection of the areas of automatic control and machine learning. This seminar will introduce you to this active area by studying recent research papers and topics including, for example, Gaussian processes for dynamics and control, (deep) reinforcement leaming, hybrid physics- and databased modeling, and verification for learning-based control. This is an interdisciplinary seminar offered in Mechanical Engineering and Computer Science.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: You will learn about topics of current research in the area af learning-based control. Fertigkeiten und Kompetenzen: You will gain hands-on experience on conducting literature research and scientific study of a current research topic in learning-based control Sonstiges (fakultativ): Participants will study independently and familiarize themselves with a chosen topic in the area of learning-based control (literature study). Each participant writes a paper and gives a presentation on their topic. Paper and topics will be shared and discussed within the seminar group.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Prior knowledge in automatic control or machine learning is recommended.
Literatur	Literature will be distributed after assignment of topics.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written homework (60%) and presentation (40%). Attendance in seminar is mandatory
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantwortlicher: ;Univ.-Prof. Dr. Sebastian Trimpe

ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar: Learning-based Control (402350101)	1. Semester	2. Semester	4	2

Modultitel	Angewandte Softwaretechnik im Lebenszyklus der Automobilelektronik (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215757
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Aufbau einer modernen Automobilelektronikarchitektur: Bussysteme, Steuergeräte, Software • Der Lebenszyklus einer Automobilelektronik • Vorgehen bei der Elektronikentwicklung • Kommunikation mit der Fahrzeugelektronik: Beispiel einer datengetriebenen Schichtenarchitektur - Einsatz internationaler Standards - Abstraktion vom konkreten Fahrzeug • Die Herausforderungen des Werkstattservice: Wie hilft die Softwaretechnik bei der Wartung der Fahrzeugelektronik von 20 Modellgenerationen - Variantenmanagement - Versions- / Konfigurationsmanagement - Datenlogistik
Lernziele/Lernergebnisse	Mit diesem Modul wird ein praktischer Anwendungsbereich für moderne Softwaretechnik vermittelt: Die Automobilelektronik. Das Modul umfasst wesentliche moderne Techniken der heutigen Elektronikentwicklung und –wartung und hilft einerseits gelernte Methoden der Softwaretechnik in die Praxis zu applizieren und andererseits für einen eigenen Einstieg in automobile Themen vorbereitet zu sein.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Software Engineering
(empfohlene) Voraussetzungen	Knowledge in Software Engineering
Literatur	• W. Zimmermann, R. Schmidgal: Bussysteme in der Fahrzeugtechnik: Protokolle und Standards • J. Schäuffele, T. Zurawka: Automotive Software Engineering: Grundlagen, Prozesse, Methoden und Werkzeuge effizient einsetzen • Kai Borgeest: Elektronik in der Fahrzeugtechnik: Hardware, Software, Systeme und Projektmanagement
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Written exam or oral examination (100 %). Students must pass written homework to be admitted to the examination.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Dr. rer. nat. Ansgar SchleicherUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Bernhard Rumpe
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Masterprüfung Angewandte Softwaretechnik im Lebenszyklus der Automobilelektronik (121575701)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Angewandte Softwaretechnik im Lebenszyklus der Automobilelektronik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Inhaltsbasierte Ähnlichkeitssuche (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211929
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2006
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung: Multimediadatenbanken, Ähnlichkeitsmodelle 2. Ähnlichkeitsmodelle • Bilddatenbanken • Geometrische Objekte • Sequenzdaten • Graphstrukturen 3. Datenbanktechniken zur Ähnlichkeitssuche • Indexstrukturen • Dimensionsreduktion • Spezielle Distanzfunktionen (quadrat. Formen, EMD) • Partielle Ähnlichkeitssuche
Lernziele/Lernergebnisse	Erwerb der folgenden Kenntnisse und Fähigkeiten: • Kenntnis grundlegender Konzepte und Methoden der Modellierung von Data Mining-Aufgaben in großen Multimedia-Datenbanken. • Fähigkeit, Ähnlichkeitsmodelle für komplexe Objekte unterschiedlicher Typen zu benutzen und zu entwerfen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Kenntnisse aus der Veranstaltung Algorithmen und Datenstrukturen; empfohlen sind Kenntnisse aus dem Modul Datenbanken und Informationssysteme
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse aus den Modulen "Algorithmen und Datenstrukturen" und "Datenbanken und Informationssysteme".
Literatur	Folienskript zur Vorlesung mit zahlreichen Verweisen auf die Originalliteratur
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Thomas Seidl
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Inhaltsbasierte Ähnlichkeitssuche (121192902)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Masterprüfung Inhaltsbasierte Ähnlichkeitssuche (121192901)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Inhaltsbasierte Ähnlichkeitssuche	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Software-Qualitätssicherung (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212356
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	This module introduces central concepts, methods, techniques and processes of software quality-assurance. The following topics are covered: - Terms, concepts and models of quality assurance - Measurement and software metrics - Quality models - Test automation - Foundations of tests and test theory - Test techniques, section of test cases - Test-driven Development and Behavior-driven Development - Approaches to static examination of software - Foundations on metrics and measurement - Economic models of quality assurance
Lernziele/Lernergebnisse	General: After completing the module the students have the following knowledge and competencies. They … - know the goals, concepts, models, and basic terms of software quality assurance - know important methods of static software inspections - are able to apply test case selection techniques and know important test exit criteria - are able to systematically develop test specifications - know the fundamentals of software measurement and are able to define and assess software metrics - know standard approaches to evaluate and improve software development processes Benefits for future professional life / soft skills: All competencies are trained in the exercises, where small teams of students have to create typical software quality assurance artifacts. They have to present and discuss their solutions and ideas in front of the class. As professional knowledge on software quality assurance is provided, students gain personal and professional competencies that enable to work as quality assurance engineer.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Einführung in die Softwaretechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Learning outcomes fo the Module 'Software Engineering'
Literatur	Spillner, A., Linz, T., & Schaefer, H. (2006): Software Testing Foundations - A Study Guide for the Certified Tester Exam. dpunkt.verlag Heidelberg. Paul C. Jorgensen (2013): Software Testing: A Craftsman's Approach (4th ed.). Auerbach Publications, Boston, MA, USA. Michal Young and Mauro Pezze (2005): Software Testing and Analysis: Process, Principles and Techniques. John Wiley & Sons.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Horst Lichter
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Software-Qualitätssicherung (121235602)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Software-Qualitätssicherung (121235601)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Software-Qualitätssicherung	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Eingebettete Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215690
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Eingebettete Systeme steuern viele Dinge in unserem täglichen Leben. Energieeffiziente Kühlschränke, Aufzugssteuerungen und fortschrittliche Fahrerassistenzsysteme sind nur einige Beispiele. Embedded Systems steuern auch Prozesse im industriellen Umfeld und werden zur Erkennung und Vermeidung von Systemausfällen eingesetzt. Diese Vorlesung gibt eine allgemeine Einführung in das Thema Embedded Systems. Es werden grundlegende Konzepte vorgestellt und wichtige Unterschiede zu "normalen" Computersystemen aufgezeigt. Diese Vorlesung bereitet die Studierenden auf die Aufbauvorlesungen des Embedded Software Laboratory vor, die sich ausführlich mit Sicherheit, Zuverlässigkeit, formalen Methoden und dynamischen Systemen befassen. Diese Vorlesung richtet sich an alle Studierenden, die sich nicht nur auf das Verständnis von PCs beschränken wollen, sondern auch wissen wollen, wie z.B. Motorsteuergeräte und Produktionssteuerungssysteme funktionieren. Die in dieser Vorlesung behandelten Themen sind: Mikrocontroller, Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS, SPS-Programmiersprachen, Echtzeitanforderungen, Echtzeit-Betriebssysteme, Merkmale des Embedded-Software-Designs, Intra-Fahrzeugkommunikation (z.B. CAN-Bus), Teaser von Vorträgen des Embedded-Software-Labors. Die Vorlesung wird in deutscher Sprache mit englischen Folien gehalten.
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse: Kenntnisse und Vertrauen in moderne Softwaretechniken für eingebettete Systeme | Fertigkeiten: Fähigkeit, einen modellbasierten qualitätsorientierten Ansatz für das Design von Embedded Software | Kompetenzen anzuwenden: Sensibilität für besondere qualitative Anforderungen an das Design von Embedded Software.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse der 'Grundlagen der Technischen Informatik'.
Literatur	Folien zur Vorlesung, Skript sowie als Ergänzung folgende Bücher: Marwedel: Eingebettete Systeme. 2003 | Bass, Clements: Software Architecture in Practice. | Douglass: Real-time UML
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Stefan Kowalewski
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Eingebettete Systeme (121569002)	2. Semester	1. Semester	0	1
Prüfung Eingebettete Systeme (121569001)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Eingebettete Systeme	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Objektorientierte Softwarekonstruktion (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212354
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Dieses Modul führt in zentrale Methoden, Techniken und Prozesse einer systematischen Softwareentwicklung basierend auf objekt-orientierten Konzepten ein. Die Vorlesung beschäftigt sich mit den folgenden Themen: Grundlagen der Objektorientierung | Software Wiederverwendung | Design by Contract | Vererbung, Polymorphismus und Generische Einheiten | Software Entwurfsprinzipien | Domain Modelling, Domain Driven Design | Komponententechnologie | Muster und Rahmenwerke | Smells und Refactoring
Lernziele/Lernergebnisse	Nach Beendigung des Moduls verfügen die Studierenden über das folgende Wissen und über die folgenden Kompetenzen: sie wissen, wie objekt-orientierte Modellierungskonzepte anzuwenden sind | sie sind in der Lage Use-Case basiert zu analysieren und Domänenwissen zu modellieren | sie kennen die Konzepte zur Entwicklung von Rahmenwerken | sie sind in der Lage, Code und Architektur auf Basis von Smells zu verbessern | sie kennen die Architektur von Java basierten Komponentenmodellen. Nutzen für die zukünftige Karriere / vermittelte Soft Skills: Alle Kompetenzen werden im Rahmen der begleitenden Übungen trainiert. In diesen arbeiten die Studierenden in Gruppen zusammen, um ihre Lösungen zu entwickeln. Weiterhin präsentieren und diskutieren sie im Rahmen der Übungen die von ihnen entwickelten Lösungen. Da in diesem Modul professionelles Wissen im Bereich der systematischen Softwarekonstruktion vermittelt wird, verfügen die Studierenden am Ende über relevantes Wissen und Kompetenzen um als Softwarearchitekt erfolgreich arbeiten zu können.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse der Softwaretechnik.
Literatur	Meyer, B. (1997): Object Oriented Software Construction, 2nd edition, Prentice Hall | Züllighoven, H. (2005): Object-Oriented Construction Handbook – Developing Application-Oriented Software with the Tools and Materials Approach. dpunkt.verlag, Heidelberg | Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides (1995): Design Patterns, Addison-Wesley | Fowler Martin (1999): Refactoring - Improving the design of existing code, Addison Wesley.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Horst Lichter
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Objekt-orientierte Softwarekonstruktion (121235402)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung Objekt-orientierte Softwarekonstruktion (121235401)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Objekt-orientierte Softwarekonstruktion	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Software-Projektmanagement (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212355
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die folgenden Themen werden behandelt: Grundlagen des Projektmanagements und zentrale Prozesse | Prozessmodelle der Softwareentwicklung | Agile Entwicklungsmodelle | Techniken der Projektplanung | Klassische und agile Techniken zur Kostenschätzung | Techniken der Zeitplanung | Projekt-Monitoring und Controlling | Risikomanagement | Stakeholder-Management und Entscheidungstechniken
Lernziele/Lernergebnisse	Nach Beendigung des Moduls verfügen die Studierenden über das folgende Wissen und über die folgenden Kompetenzen: Sie kennen die Ziele, wichtige Aktivitäten und Techniken des Software Projektmanagements | sie wissen, wie Entwicklungsaktivitäten und Projektmanagement Aktivitäten zusammenarbeiten | sie sind in der Lage kleinere Projekte zu planen, Aufwandsabschätzungen durchzuführen, den Projektfortschritt festzustellen und zu überwachen und systematisch Risiken zu bewerten | sie können Stakeholder analysieren und verfügen über Techniken, die helfen, Entscheidungen systematisch zu treffen. Nutzen für die zukünftige Karriere / vermittelte Soft Skills: Alle Kompetenzen werden im Rahmen der begleitenden Übungen trainiert. In diesen arbeiten die Studierenden in Gruppen zusammen, um ihre Lösungen zu entwickeln. Weiterhin präsentieren und diskutieren sie im Rahmen der Übungen die von ihnen entwickelten Lösungen. Da in diesem Modul professionellen Wissen im Bereich des Projektmanagements vermittelt wird, verfügen die Studierenden am Ende über relevantes Wissen und Kompetenzen, um erfolgreich in Führungspositionen in der Industrie arbeiten zu können.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse der Softwaretechnik.
Literatur	H. Kerzner (2002): Project Management - A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling, Wiley. | IEEE Std 1490 (2003): Adoption of PMI Standard A Guide to the Project Management Body of Knowledge | Wysocki, R. (2007): Effective Project Management, Wiley Publishing Inc.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Horst Lichter
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 60-90 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	210,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	165,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Software-Projektmanagement (121235501)	2. Semester	1. Semester	7	0
Übung Software-Projektmanagement (121235502)	2. Semester	1. Semester	0	1

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Software-Projektmanagement	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Softwaretechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211965
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Die Vorlesung erarbeitet die Grundlagen zur Entwicklung komplexer Softwaresysteme. Behandelt werden Vorgehensmodelle, die Erhebung von Anforderungen, Softwarearchitektur und -entwurf, der Weg zur Implementierung und zur Qualitätssicherung mit Tests. Dabei wird vorwiegend die Modellierungssprache UML zur Darstellung genutzt. • Einführung, Grundbegriffe • Aktivitäten und Dokumente im Lebenszyklus • Der Entwicklungs- und Wartungsprozess • Problemanalyse und Anforderungserhebung • Entwurf und Architekturmodellierung, Architekturmuster • Entwurfsmuster • Qualitätssicherung • Projektmanagement • Dokumentation • Demonstration von Werkzeugen: MontiWeb
Lernziele/Lernergebnisse	**Kenntnisse:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende • den Softwareentwicklungsprozess und seine domänenspezifischen Varianten, • Vorgehensmodelle zur Softwareentwicklung sowie deren Phasen, • Modelle und Modellierungssprachen für die Entwicklungsaktivitäten, • Werkzeuge im Softwareentwicklungsprozess, • agile Methode sowie • Softwarearchitekturen und variantenreiche Software. **Fähigkeiten:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende • Softwareentwicklungsprozesse charakterisieren, • Vorgehensmodelle für Projekte nutzen, • Techniken zur Qualitätssicherung anwenden, • Modelle auf unterschiedlichen Abstraktionsstufen entwickeln, • Tests entwickeln und durchführen, • Werkzeuge im Softwareentwicklungsprozess einsetzen sowie • rechtliche Regularien für Entwicklung und Produkt einordnen. **Kompetenzen:** Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage, • im Team systematisch arbeitsteilige Softwareentwicklung für kleineren und mittlere Aufgabenstellungen unter Berücksichtigung von Qualitätskriterien mit geeigneten Werkzeugen durchführen oder Projekte mit komplexeren Randbedingungen strukturieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Veranstaltungen "Programmierung", "Einführung in die Technische Informatik", "Datenstrukturen und Algorithmen" oder äquivalenten Veranstaltungen des jeweiligen Studiengangs. Die Veranstaltung kann auch von engagierten Nebenfachstudenten gehört werden.

Literatur	• H. Lichter, J. Ludewig: Software Engineering: Grundlagen, Menschen, Prozesse, Techniken<; • I.Sommerville: Software Engineering, Pearson Studium • H.Balzert: Lehrbuch der Software-Technik, Band 1, Spektrum Akademischer Verlag
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das erfolgreiche Absolvieren des Modulbausteins "Werkzeuge und -Methoden fürs Software Entwickeln" und das Bestehen von Hausaufgaben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher Informatik Modellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja Petzoldt Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Bernhard Rumpe
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Softwaretechnik (121196502)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung Softwaretechnik (121196501)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Softwaretechnik	1. Semester	2. Semester	-	3
Globalübung Softwaretechnik	1. Semester	2. Semester	-	-

Modultitel	Funktionale Sicherheit und Systemzuverlässigkeit (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212353
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Grundbegriffe (Schaden, Risiko, Sicherheit, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, etc.) | Referenzmodell Zuverlässigkeit (Fehlervermeidung vs. Fehlertoleranz, Fehlerausfall) | Konstruktionsmuster für Zuverlässigkeit (Redundanz, Replikation) | Analysemethoden für Zuverlässigkeit (RBDs, Fehlerbäume) | Gefahren- und Risikoanalyse, IEC 61508
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse: Kenntnisse über Terminologie, Kriterien, Analyse- und Entwurfsmethoden für sicherheits- und zuverlässigkeitsrelevante Systeme | Fertigkeiten: Fähigkeit, sicherheits- und zuverlässigkeitsrelevante Anforderungen zu spezifizieren, zu verifizieren und bei der Konzeption solcher Systeme zu berücksichtigen | Kompetenzen: Fähigkeit, Sensibilität für sicherheits- und zuverlässigkeitsrelevante Designprobleme zu schaffen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundkenntnisse in eingebetteten Systemen.
Literatur	Folien zur Vorlesung, Skript sowie als Ergänzung folgende Bücher: Storey: Safety-critical computer systems. Prentice Hall, 1996 | N. Leveson: Safeware. Addison-Wesley, 2001 | J. Barnes: High integrity software. Addison-Wesley, 2003 | K. Simpson, D. Smith: Functional Safety. Elsevier, 2004 | Birolini: Reliability Engineering. Springer, 2004. | S. Montenegro: Sichere und fehlertolerante Steuerungen. Hanser, 1999.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Stefan Kowalewski
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Funktionale Sicherheit und Systemzuverlässigkeit (121235302)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	1
Prüfung Funktionale Sicherheit und Systemzuverlässigkeit (121235301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Funktionale Sicherheit und Systemzuverlässigkeit	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Berechenbarkeit und Komplexität (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212004
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Beispiele algorithmischer Probleme, Darstellung durch Sprachen und Funktionen, Frage der Lösbarkeit • Turingmaschinen, Church-Turing-These • Berechenbarkeit, Entscheidbakeit, Aufzählbarkeit • Simulationen zwischen verschiedenen Berechnungsmodellen, universelle Maschinen bzw. Programme • Unentscheidbare Probleme (u.a. Postsches Korrespondenzproblem) • Komplexitätsklassen und elementare Sachverhalte zu Zeit- und Platzkomplexität • Polynomielle Reduktionen und NP-Vollständigkeit • Approximation als Methode zur Lösung NP-harter Probleme, • Beispiel eines Polynomzeit-Approximationsschemas (FPTAS)
Lernziele/Lernergebnisse	**Kenntnisse:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende • die grundlegenden Berechnungsmodelle Turingmaschine und RAM, • den Unentscheidbarkeitsbegriff für Berechnungsprobleme, • wichtige Beispiele der Unentscheidbarkeit, • den Begriff der Turing-Mächtigkeit, • das Konzept der primitiv rekursiven Funktion, • zentrale Komplexitätsklassen der Informatik, • polynomielle Reduktionen und NP-Vollständigkeit und • wichtige Beispiele von NP-vollständigen Problemen. **Fähigkeiten:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende • Turingmaschinen für grundlegende Algorithmen formal definieren, • zwischen berechenbaren/aufzählbaren Problemen und solchen, die dies nicht sind, unterscheiden, • Unentscheidbarkeitsbeweise durchführen, • primitiv rekursive Funktionen erkennen, • Probleme in Komplexitätsklassen einordnen und • polynomielle Reduktionen erstellen und analysieren. **Kompetenzen:** Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage, • die Entscheidbarkeit eines algorithmischen Problems zu beurteilen, • die Komplexität eines algorithmischen Problems zu bestimmen und zu beurteilen sowie • die Berechenbarkeits- und die Komplexitätstheorie und andere Bereichen der Informatik in Beziehung zu setzen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse aus den Modulen 'Diskrete Strukturen' und 'Formale Systeme, Automaten, Prozesse'.

Literatur	• Skript und Folien zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. ir. Dr. h. c. (AAU) Joost-Pieter KatoenUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Martin GroheUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Peter RossmanithUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Jürgen Giesl
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Berechenbarkeit und Komplexität (121200402)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung Berechenbarkeit und Komplexität (121200401)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Berechenbarkeit und Komplexität	1. Semester	2. Semester	-	3
Globalübung Berechenbarkeit und Komplexität	1. Semester	2. Semester	-	-

Modultitel	Diskrete Strukturen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1115472
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor
Inhalt	• Mengen, Funktionen, Relationen anhand informatischer Beispiele • Boolesche Algebra • Endliche Kombinatorik • Elementare Zahlentheorie • Körper und Polynomring • Matrizenrechnung, Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme • Elementare Graphentheorie
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnis: • Allgemeine mathematische Grundbegriffe, wie Mengen, Abbildungen, Relationen • Standard-Beipiele zu algebraischen Grundbegriffen wie Gruppe, Ring, Körper, Polynom • Formeln und Methoden der elementaren Kombinatorik, einschliesslich Binomialkoeffizienten und Stirling-Zahlen • Graphen und Graphenalgorithmen • Lösungsverfahren für Lineare Gleichungssysteme • Matrizenrechnung Fähigkeiten: • logisches Schließen • Führen einfacher mathematischer Beweise • kombinatorische Berechnungen • Durchführen von Graphenalgorithmen • Systematisches Lösen von Linearen Gleichungssystemen Kompetenzen: • Verstehen der mathematichen Ausdrucksweise • Selbstständiges Lesen und Verstehen elementarer mathematischer Texte • Abstraktionsvermögen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	A. Steger, Diskrete Strukturen, Bd.1, Springer 2001.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Klausur oder mündliche Prüfung. Die Modulnote ist die Note der Klausur bzw. die Note der mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Gerhard Hiß

ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Diskrete Strukturen (111547202)	1. Semester	2. Semester	0	2
Bachelorprüfung Diskrete Strukturen (111547201)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Diskrete Strukturen	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Effiziente Algorithmen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211977
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1) Algorithmen für Flüsse und Matchings 2) Methoden der linearen Programmierung • Simplexverfahren • Ellipsoidmethode • Dualitätsprinzip • Ganzzahligkeit 3) Approximtionsverfahren • Vertex Cover und Set Packing • FPTAS für das Rucksackproblem • Traveling Sales Person Problem (Christofides Algorithmus) • Makespan-Scheduling (Heuristiken und Approximationsschema) • Primal-Duale Approximationsalgorithmen 4) Einführung in Online Algorithmen
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse: Beim erfolgreichen Abschluss des Moduls sollten die Studierenden Kenntnisse über folgende Themen haben: • Anwendungen und algorithmische Lösungsansätze für Fluss- und Matching-Problem • Lineare Programmierung: Anwendungen, Algorithmen, Dualität, Ganzzahligkeit • Approximationsalgorithmen und -schemata für zentrale Probleme der kombinatorischen Optimierung, insbesondere Analyse der Approximationsgüte • Online-Algorithmen und Competitive-Analyse Fähigkeiten: Die Studierenden sollten in der Lage sein, • Das geeignete Framework (insbes. Flüsse, Matchings, LPs) zur Lösung spezifischer algorithmischer Problemstellungen auszuwählen • Algorithmische Probleme in Form von Matchings, Flüssen, nicht-ganzzahligen und ganzzahligen LPs zu spezifizieren • Algorithmen bezüglich ihrer Approximationsgüte zu analysieren und zu bewerten

	• Online-Problem im Modell der Competitive Analyse darzustellen und Online-Algorithmen in diesem Modell zu analysieren und zu bewerten Kompetenzen: Basierend auf dem Wissen und den Fähigkeiten sollten die Studierenden in der Lage sein • festzustellen, ob ein Standardverfahren zur Lösung einer algorithmischen Problemstellung herangeszogen werden kann und diese Verfahren anzuwenden • neue algorithmische Lösungen für nicht-standard Probleme in Form von Approximations- und Online-Algorithmen zu entwickeln und zu analysieren
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Inhalte der Vorlesungen "Datenstrukturen und Algorithmen" und "Berechenbarkeit und Komplexität".
Literatur	Zur Vorlesung wird ein Skript erstellt und folgende Literatur empfohlen: • T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, C. Stein: *Introduction to Algorithms, 2*nd *Edition*, MIT Press and McGraw-Hill, 2001 • J. Kleinberg, E. Tardos: Algorithm Design, Addison-Wesley, 2004. • C. Papadimitriou, K. Steiglitz: *Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity*, Dover Publications, Inc., 1998. • V. Vazirani, *Approximation Algorithms*, Springer, 2001. • R. Motwani, P. Raghavan. Randomized Algorithms, 1996.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Peter RossmanithDr. rer. nat. Walter Unger
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in Effiziente Algorithmen (121197702)	2. Semester	1. Semester	0	2

Prüfung Einführung in Effiziente Algorithmen (121197701)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in Effiziente Algorithmen	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Graphalgorithmen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212327
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Schnittgraphen, planare Graphen und andere Graphklassen, Baumweite, Bandweite und weitere Eigenschaften, Orientierungen auf Graphen, Perfekte Graphen, Einbettungen, Kommunikationsprobleme auf Graphen.
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge: Beim erfolgreichen Abschluss des Moduls sollten die Studiernden Kenntnisse über folgende Themen haben Komplexität verschiedener Probleme auf verschiedenen Graphklassen.Algorithmen auf verschiedenen Graphklassen. Skills: Die Studierenden sollten in der Lage sein Graphklassen zu beschreiben,Beweise zu Grapheingenschaften zu führen. Competences: Basierend auf dem Wissen und den Fahigkeiten sollten die Studierenden in der Lage sein: Eigenschaften einer Graphklasse erkennen. Komplexität eines gegebenen Problems auf einer Graphklasse bestimmen.Algorithmen unter Ausnutzung der Eigenschaften einer Graphklasse entwickeln.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse aus den Modulen "Algorithmen und Datenstrukturen" sowie "Berechenbarkeit und Komplexität".
Literatur	Zur Vorlesung wird ein Skript erstellt und folgende Literatur empfohlen: Golumbic M.C. Algorithmic Graph Theory and Perfect Graphs Harary F.: Graphentheorie, 1974. Wilson R.J.: Einführung in die Graphentheorie, 1972
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Dr. rer. nat. Walter Unger
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5

Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Graphalgorithmen (121232702)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung Graphalgorithmen (121232701)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Graphalgorithmen	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Formale Systeme, Automaten, Prozesse (Wahlpflichtfach)
Kennung	1214961
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Formale Systeme: Terme, Wörter, Sprachen anhand von Kernbeispielen: u.a. Zahlterme, arithmetische und boolesche Terme, while-Programme. Definition von Termmengen und Programmiersprachen durch Regelsysteme (Termersetzungssysteme, Grammatiken), Ableitungsbegriff, Methode der strukturellen Induktion. Klassifikation von Grammatiken (Chomsky-Hierarchie) und elementare Sachverhalte zu kontextfreien Grammatiken: Normalformen, Wortproblem (Ableitbarkeitstest), Nichtleerheitstest. 2. Automaten: Endliche Automaten (deterministisch, nichtdeterministisch), Abschlusseigenschaften (u.a. Produktautomaten), reguläre Ausdrücke, Nichtleerheits- und Äquivalenztest, Nachweis nichtregulärer Sprachen. Kellerautomaten (deterministisch und nichtdeterministisch), Übersetzung von kontextfreien Grammatiken in Kellerautomaten als Beispiel der Implementierung von Rekursion durch Kellerspeicher. 3. Prozesse: Elementare Modellierungsformen verteilter und nebenläufiger Systeme: Synchronisierte Produkte, Petrinetze und kommunizierende sequentielle Prozesse (CSP). Vorstellung und Einübung anhand von Beispielen, Vergleich mit dem Grundmodell des endlichen Automaten.
Lernziele/Lernergebnisse	**Kenntnisse:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende • endliche Automaten und reguläre Ausdrücke, • kontextfreie Grammatiken und Kellerautomaten, • reguläre und kontextfreie Sprachen sowie • Modelle für Nebenläufigkeit. **Fähigkeiten:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende • fundamentale Algorithmen auf endliche Automaten anwenden und die Komplexität der Algorithmen bestimmen, • mit verschiedenen Werkzeugen formale Sprachen untersuchen und verwenden sowie • nebenläufige Systeme analysieren. **Kompetenzen:** Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage, • die gelernten Inhalte auf Anwendungsgebiete wie Compilerbau und Verifikation zu übertragen sowie • formale Modelle der Informatik mathematisch fundiert zu verwenden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Übungsaufgaben. Details werden in der Vorlesung bekanntgegeben.
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	Skript und Folien zur Vorlesung Standardbücher: • Hopcroft, Motwani, Ullman, Introducton to Automata, Theory, Languages, and Computation, Addison-Wesley 2001 (Ch.1-7)

	• M. Sipser, Introduction to the Theory of Computation, PWS Publ. Comp. 1997, Part 1.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. ir. Dr. h. c. (AAU) Joost-Pieter KatoenUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Martin GroheUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Jürgen GieslUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Peter Rossmanith
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Formale Systeme, Automaten, Prozesse (121496102)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Prüfung Formale Systeme, Automaten, Prozesse (121496101)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Formale Systeme, Automaten, Prozesse (2)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3
Globalübung Formale Systeme, Automaten, Prozesse (2)	2. Semester	1. Semester	-	-

Modultitel	Computational Systems Biotechnology (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011673
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Einführung in die Begrifflichkeit der Systembiologie, Stöchiometriebasierte Modellierung in der Systembiologie: Begrifflichkeit, Strukturelle Modellierung biochemischer Netzwerke, Nullraum-Analyse, Elementarmoden, Flussbilanzanalyse, Netzwerk-Thermodynamik, metabolische Stoffflussanalyse. Anwendungen in Metabolic Engineering und Synthetischer Biologie
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Grober Überblick über Begrifflichkeit und Anwendungsgebiete der Systembiologie • Verständnis des Konzepts stöchiometriebasierter Methoden • praktische Durchführung wesentlicher Analysemethoden (Freiheitsgrad-Bestimmung, Flux Balance Analysis, Elementarmoden, Netzwerk-Thermodynamik) an einfachen Beispielen • Verständnis des Konzepts der metabolischen Stoffflussanalyse Nicht fachbezogene Lernziele: • integrierte Nutzung computergestützter Werkzeuge in der Systembiologie • Einblick in interdisziplinäre Projektarbeit
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Generell können fehlende Grundkenntnisse anhand von Lehrmaterialien in der Vorbereitungsphase nachgeholt werden. Mathematische Grundkenntnisse in Linearer Algebra auf dem Niveau der Grundvorlesung Computational Biotechnology im Studiengang Biotechnologie. MATLAB-Grundkenntnisse: Kommandozeile, Grundbefehle, Matrizen, einfache Skripte Biochemische Grundkenntnisse: Enzym- und Transportkinetik, Gleichgewichtsthermodynamik Grundkenntnisse über zentrale Stoffwechsel-Netzwerke: Glykolyse, Penthosephosphatweg, Zitronensäurezyklus, Anaplerosis, Oxidative Phosphorylierung, Aminosäuresynthesewe
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Generell können fehlende Grundkenntnisse anhand von Lehrmaterialien in der Vorbereitungsphase nachgeholt werden. • Mathematische Grundkenntnisse in Linearer Algebra auf dem Niveau der Grundvorlesung „Computational Biotechnology“ im Studiengang Biotechnologie. • MATLAB-Grundkenntnisse: Kommandozeile, Grundbefehle, Matrizen, einfache Skripte • Biochemische Grundkenntnisse: Enzym- und Transportkinetik, Gleichgewichtsthermodynamik • Grundkenntnisse über zentrale Stoffwechsel-Netzwerke: Glykolyse, Penthosephosphatweg, Zitronensäurezyklus, Anaplerosis, Oxidative Phosphorylierung, Aminosäuresynthese
Literatur	• Palsson B: Systems Biology: Properties of Reconstructed Networks: Cambridge University Press; 2006. • Weitere Literatur, Vorlesungsfolien, MATLAB-Programme werden zur Verfügung gestellt • Klipp E. et al.: Systems Biology - A textbook: Wiley 2009
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Korrekte Bearbeitung der Hausaufgaben, die zwischen den Einführungsvorlesungen und der Blockwoche zu bearbeiten sind (20%) • abschließende 30-minütige mündliche Einzelprüfung zum Stoff der Vorlesung (80%)

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang Wiechert
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündliche Prüfung Computational Systems Biotechnology (401167301)	2. Semester	1. Semester	7	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Computational Systems Biotechnology	2. Semester	1. Semester	-	5

Modultitel	Computational Systems Biotechnology 2 (Wahlpflichtfach)
Kennung	4016359
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Lehrveranstaltung befasst sich mit der dynamischen Modellierung biochemischer Netzwerke mit möglichen Anwendungen in der Systembiologie, Enzymtechnologie und Bioprozesstechnik. Im Zentrum steht die generelle Problematik und Methodik der Modellierung komplexer biologischer Prozesse. Diverse Analysewerkzeuge wie Systemlinearisierung, Sensitivitätsanalyse, Kontrolltheorie oder Parameter-Bestimmtheitsanalyse werden in diesem Kontext vermittelt und an einfachen Beispielen praktisch geübt
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Struktur typischer biochemischer Netzwerke (Metabolismus, Genregulation, Signalkaskaden) • Beschreibung des dynamischen und stationären Verhaltens biochemischer Netzwerke • Ansätze zur approximativen Beschreibung der Kinetik und Thermodynamik biochemischer Reaktionen • Analyse des dynamischen Verhalten • Quasi-Steady-State-Approximationen und Modellvereinfachungsansätze • Sensitivitätsanalyse, Parameterschätzung und metabolische Kontrolltheorie • verfügbare Simulationswerkzeuge und systembiologische Standards • Problematik der Modellierung großer Netzwerke in der Praxis Fertigkeiten und Kompetenzen: • systematisches Aufstellen von Modellgleichungen für biochemische Netzwerke • Informationsbeschaffung zur Parametrierung von Modellen • Kenntnis bzw. Bedienung wesentlicher Simulationswerkzeuge für biochemische Netzwerke • Analyse des dynamischen Verhaltens eines Netzwerks mittels Simulation und Eigenwertanalyse • Verständnis und Anwendung von Quasi-Steady-State-Annahmen • Durchführung verschiedener Linearisierungsansätze (Systemlinearisierung, Parameter/ Startwertsensitivitäten) • Interpretation von Sensitivitäten, Kovarianzen und Kontrollkoeffizienten Sonstiges (fakultativ): • interdisziplinäres Arbeiten im Grenzbereich Ingenieurwissenschaften / Biologie
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: Generell können fehlende Grundkenntnisse anhand von Lehrmaterialien in der Vorbereitungsphase nachgeholt werden. " Mathematische Grundkenntnisse in Linearer Algebra auf dem Niveau der Grundvorlesung 'Computational Biotechnology' im Studiengang Biotechnologie. " MATLAB-Grundkenntnisse: Kommandozeile, Grundbefehle, Matrizen, einfache Skripte " Biochemische Grundkenntnisse: Enzym- und Transportkinetik, Gleichgewichtsthermodynamik " Grundkenntnisse über zentrale Stoffwechsel-Netzwerke: Glykolyse, Penthosephosphatweg, Zitronensäurezyklus, Anaplerosis, Oxidative Phosphorylierung, Aminosäuresynthesewe

(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • mathematische Grundvorlesungen (Lineare Algebra, Analysis) • Grundkenntnisse der Biochemie (Enzyme) • MATLAB Grundkenntnisse Empfohlene Voraussetzungen: • Fehlende Voraussetzungen zu biochemischen Reaktionsnetzwerken und Zellbiologie werden im Rahmen der Lehrveranstaltung über kurze Brückenkurse bzw. Material zum Eigenstudium nachgeholt. Darunter auch: • Grundlagen der Zellbiologie einzelliger Organismen (Bakterien, Hefen) • grundlegende Stoffwechselnetzwerke (Glykolyse, Zitratzyklus) • Grundmechanismen der Genregulation
Literatur	Veranstaltungsliteratur: • Palsson B. Systems Biology: Simulation of Dynamic Network States. Cambridge University Press 2011 • Weitere Literatur, Vorlesungsfolien, MATLAB-Programme werden zur Verfügung gestellt Empfohlene weiterführende Literatur: • Heinrich R, Schuster S. The Regulation of Cellular Systems. Chapman & Hall 1996. • Szallasi Z, Stelling J, Periwal V. System Modeling in Cellular Biology. Bradford Books 2006. • Klipp E. et al. Systems Biology - A Textbook. Wiley 2009. • Kremling A. Systems Biology: Mathematical Modeling and Model Analysis. CRC Press 2013.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 20% aus der Bearbeitung der Hausaufgaben zwischen den Einführungsvorlesungen und der Blockwoche und zu 80% aus einer abschließenden mündliche Einzelprüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang Wiechert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computational Systems Biotechnology 2 (401635901)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Computational Systems Biotechnology 2	1. Semester	2. Semester	-	2

Vorlesung Computational Systems Biotechnology 2	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Combinatorial Problems in Scientific Computing (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215721
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Lösung dünnbesetzter linearer Gleichungssysteme • Matrix-Vektor Produkte in iterativen Algorithmen • LU Faktorisierung • Cholesky Faktorisierung Ableitungsberechnung • Dynamische Programmierung auf Kettenprodukten erweiterter Jacobimatrizen • Eliminationstechniken auf linearisierten Berechnungsgraphen Weitere ausgewählte aktuelle kombinatorische Probleme im Wissenschaftlichen Rechnen
Lernziele/Lernergebnisse	The aim of this course is to give students an appreciation of how discrete models are developed in the area of scientific computing. At the end of this course, students should be able to • recall the presented combinatorial models in the area of scientific computing (knowledge) • describe the connection between the scientific computing problem and its corresponding combinatorial problem (knowledge) • apply the strategies for the solution of the resulting combinatorial problems (skill) • recognize the expressiveness of different graph models (skill) • discuss combinatorial models for different problem classes arising in scientific computing (competence)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Algorithmen und Datenstrukturen
Literatur	Vorlesungsskript mit Verweisen auf Originalartikel
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Benotung ergibt sich zu 100% aus der abschließenden Prüfung zum Modul, die in schriftlicher oder mündlicher Form erfolgt. Die endgültige Form der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben. Wird vorgesehen, dass semesterbegleitende Hausaufgaben auf die Prüfungsnote angerechnet werden, sind die entsprechenden Regelungen der Prüfungsordnung zu beachten. Prüfung nach Ende der Vorlesungszeit.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Uwe Naumann
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3

Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Combinatorial Problems in Scientific Computing (121572102)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	1
Prüfung Combinatorial Problems in Scientific Computing (121572101)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Combinatorial Problems in Scientific Computing	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	High-Performance Computing (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215720
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Eigenschaften von Mikroarchitekturen • Parallele Rechnerarchitekturen • Netzwerk-Topologien • Blockalgorithmen zur Ausnutzung von Datenlokalität in tiefen Speicherhierarchien • Prinzipien des parallelen Algorithmenentwurfs • Modellierung von Parallelität (Speedup, Effizienz, Amdahl) und Leistung • Einführung in parallele Programmierung • Weitere ausgewählte Themen
Lernziele/Lernergebnisse	Erwerb der folgenden Kenntnisse und Fähigkeiten: • Verständnis der wesentlichen Parallel-Rechnerarchitekturen • Kenntnis grundlegender Entwurfsmethoden für datenlokale serielle und parallele Algorithmen • Beherrschung einfacher Methoden zur Laufzeitanalyse von parallelen Algorithmen • Grundlegendes Verständnis für elementare Operationen der parallelen Programmierung
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Beherrschung der wesentlichen Konzepte imperativer und objektorientierter Programmiersprachen sowie elementarer Programmiertechniken in diesen Sprachen (Vorlesung Programmierung).
Literatur	PDF-Dateien der Folien und Übungen (zum Download), sowie: • G. Hager and G. Wellein: Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers. CRC Computation Science Series, 2010. ISBN: 978-1-4398-1192-4. • J. Hennessy and D. Patterson: Computer Architecture. A Quantitative Approach. Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier, 2011. ISBN: 978-0123838728.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Matthias Müller
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung High-Performance Computing (121572001)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung + Übung High-Performance Computing	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	High-performance Matrix Computations (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211911
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The course centers around the idea of developing efficient numerical algorithms for matrix computations through a synergy between mathematics and architectures. The focus is on the most common linear algebra operations: linear systems and eigenproblems. The objective is to attain high performance on a variety of parallel architectures: multi-core processors, GPUs, distributed and hybrid systems. Topics covered: generalized, standard and tridiagonal eigenproblems, matrix factorizations, linear systems. The students are expected to participate in practical programming exercises. The languages of choice are Matlab and C.
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge: On successful completion of this module, students will have knowledge about efficient numerical algorithms for linear systems and eigenproblemsparallel architectures standard numerical linear algebra libraries: BLAS, LAPACK, MKL, Elemental performance metrics: efficiency, strong &; weak scalability, time, space Skills: They should be able to write high-performance code for matrix operations in C design workqueue-based &; multi-threaded parallel algorithms design message-passing-based parallel algorithms Competences: Based on the knowledge and skills acquired, they should be able to identify opportunities for parallelism in matrix operations tailor algorithms for a specific target architecture (shared memory architectures, distributed memory architectures, accelerators)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Voraussetzung: Knowledge from Numerical linear algebra.Principles of algorithms and Knowledge from programming.Familiarity with Matlab and C.
Literatur	Lecture slides Diaries from the computer sessions G. Golub, C. van Loan. Matrix Computations. Third Edition, 1996. G. Meurant. Computer Solution of Large Linear Systems. North Holland, Amsterdam, 1999<
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The grading results from 100% of the final exam of this module. The exam can be a written or an oral exam. The final form of the examination is announced at the beginning of the lecture. If it is intended that homework will count for the examination grade, the respective paragraphs of the examination regulations have to be followed. The exam is done at the end of the lecture period.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator:Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Paolo Bientinesi Ph. D.
ECTS Credits	6

Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam High-performance Matrix Computations (121191101)	2. Semester	1. Semester	6	0
Exercise High-performance Matrix Computations (121191102)	2. Semester	1. Semester	0	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture High-performance Matrix Computations	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Leistungs- und Korrektheitsanalyse paralleler Programme (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215722
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Skalierbarkeit von parallelen Anwendungen • Performance-Monitoring (Profiling, Tracing, Event-Driven, Sample-Driven) • Instrumentierung • Methoden der Leistungsanalyse - Fehlerklassen (Deadlocks, Race Conditions) • Klassische Debugging Technologie - Methoden zur Fehlererkennung (Statische Programmanalyse, Laufzeit, Formale Methoden) • Fehler bei der Programmierung mit MPI • Deadlockerkennung • Designmethoden zur Fehlervermeidung und –erkennung (Assertions, Correctness-by-Construction)
Lernziele/Lernergebnisse	• Methoden zur Leistungsanalyse von parallelen Programmen • Validierung und Fehlererkennung in parallelen Programmen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnis serieller Programmiersprachen und elementarer Programmiertechniken (Vorlesung Programmierung). Beherrschung der wesentlichen Konzepte der Parallelverarbeitung (Vorlesung Introduction to High-Performance Computing).
Literatur	Raj Jain: The Art of Computer Systems Performance Analysis John Wiley &; Sons, Inc., 1991 (ISBN: 0-471-50336-3)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Matthias Müller
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0

Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in die Leistungs- und Korrektheitsanalyse paralleler Programme (121572202)	1. Semester	2. Semester	0	1
Prüfung Einführung in die Leistungs- und Korrektheitsanalyse paralleler Programme (121572201)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in die Leistungs- und Korrektheitsanalyse paralleler Programme	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Parallele Algorithmen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212689
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Parallele numerische Algorithmen • Parallele Graph-Algorithmen • Parallele Algorithmen zur Schnellen Fourier-Transformation • Parallele Algorithmen zur diskreten Optimierung • Weitere ausgewählte Themen
Lernziele/Lernergebnisse	The aim of this course is to give students an appreciation of how parallel algorithms are developed. At the end of this course, students should be able to • recall the structure of the presented parallel algorithms (knowledge) • identify the difference between a parallel algorithm and a parallelized version of a serial algorithm (knowledge) • analyze the scalability of a parallel algorithm (skill) • apply the principles of parallel algorithm design to different computational problem classes (skill) • discuss issues of parallel algorithm design with scientists and engineers without background in parallel computing (competence)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnis serieller Programmiersprachen und elementarer Programmiertechniken (Vorlesung Programmierung); Beherrschung der wesentlichen Konzepte der Parallelverarbeitung (Vorlesung Introduction to High-Performance Computing).
Literatur	Handouts zur Vorlesung sowie z.B.: • M. J. Quinn: Parallel Programming in C with MPI and OpenMP, McGraw-Hill, 2003. • V. Kumar, A. Grama, A. Gupta, G. Karypis: Introduction to Parallel Computing: Design and Analysis of Algorithms, 2nd Edition, Addison Wesley, 2003.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: apl. Professor Dr.-Ing. Dipl.-Inform. Martin Bücker
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3

Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Parallele Algorithmen (121268901)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Parallele Algorithmen	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Parallele Algorithmen	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Parallele Programmierung II (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215726
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Diese Vorlesung behandelt fortgeschrittene Themen der parallelen Programmierung für wissenschaftlich/technische Anwendungen. Die Betonung liegt auf Programmiermodellen, die vorwiegend im High-Performance Computing eingesetzt werden. • POSIX Threads • Programmierung von GPUs • Fortgeschrittene MPI Features • PGAS-Sprachen
Lernziele/Lernergebnisse	• Knowledge: Deeper insight into parallel programming and advanced parallel programming interfaces for high-performance computing. • Skills: Writing correct and efficient parallel programs using the advanced interfaces. • Competences: Designing parallel programs for compute-intensive tasks in science and engineering using the advanced interfaces.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse der Programmiersprache C. Kenntnisse aus den Vorlesungen 'Parallele Programmierung I' oder 'Einführung in das Hochleistungsrechnen'
Literatur	• T. Rauber, G. Rünger: Parallele Programmierung, Springer, 2. Auflage, 2007 • D. Kirk: Programming Massiveley Parallel Processors, Morgan Kaufmann, 2010 • W. Gropp, E. Lusk, R. Thakur: Using MPI-2: Advanced Features of the Message-Passing Interface, The MIT Press, 1999. • T. El-Ghazawi, W. Carlson, T. Sterling: UPC: Distributed Shared Memory Programming, John Wiley &; Sons, 2005.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Fachgruppe Informatik
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Parallele Programmierung II (121572602)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Parallele Programmierung II (121572601)	2. Semester	1. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Parallele Programmierung II	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1221329
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Inhalt 1. Dynamische Fahrzeugmodelle Kinematische und kinetische Massenpunkt- und Einspurmodelle 2. Regelungstechnik und Optimierung Regelkreisglieder, Stabilität von Regelkreisen, digitale Regelung, Zustandsraumdarstellung, Modellprädiktive Regelung, konvexe Optimierung, nicht-konvexe Optimierung 3. Wahrnehmung Straßenkarten, Navigation, Kalman-Filter, Maschinelles Lernen 4. Netzwerk und Verteilung Graphentheorie, Verteilte Algorithmen, kooperative und nicht-kooperative Ansätze zur vernetzten Regelung 5. Softwarearchitekturen und Testkonzepte Dienstorientierte Softwarearchitekturen, Vorgehensmodelle und In-the-Loop Tests von vernetzten Systemen 6. Fallstudie Entwicklung eines Beispielsystems bestehend aus einer Fahrzeugkolonne
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung kennen die Studierenden Methoden zur Entwicklung von Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen • kennen die Studierenden die Themengebiete, die zur Umsetzung von Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen relevant sind • verstehen die Studierenden verschiedene Verfahren zur Modellbildung, Regelung, Optimierung, Wahrnehmung, Verteilung sowie zum Entwurf und Testen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen und können deren Anwendungsgebiete benennen • kennen die Studierenden die Herausforderungen bei der echtzeitfähigen Algorithmenumsetzung für vernetzte und automatisierte Fahrzeuge • wissen die Studierenden verschiedene Ansätze und Vorgehensmodelle zur Entwicklung von Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen sowie deren Vor- und Nachteile. Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die nötigen Schritte zur erfolgreichen Entwicklung von Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen selbständig durchzuführen. Hierbei berücksichtigen sie eigenverantwortlich die unterschiedlichen Aspekte bei der Entwicklung und können bewerten, inwiefern die zur Verfügung stehenden Ansätze, Methoden und Algorithmen Anwendbarkeit finden. Sie sind ferner in der Lage, verschiedene Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen zu synthetisieren. Darüber hinaus können sie durch die Erprobung im Labor praktische Aspekte berücksichtigen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	Literatur: R. Rajamani: Vehicle Dynamics and Control. 2. Auflage, Springer, 2005. S. Boyd and L. Vandenberghe. Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004. J. Maciejowski. Predictive Control With Constraints. Prentice Hall, 2002. D. Simon. Optimal State Estimation: Kalman, H Infinity, and Nonlinear Approaches. John Wiley & Sons, 2006. D. Abel, A. Bollig. Rapid Control Prototyping. Springer, 2006.

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich - zu 50% aus einem Praktikum (absolviert im Rahmen der Laborübung) sowie - zu 50% aus einer abschließenden mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr.-Ing. Bassam Alrifaee
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	20
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Laborübung Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen (122132901)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Prüfung Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen (122132902)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Introduction to Algorithmic Differentiation (Wahlpflichtfach)
Kennung	1221327
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	We discuss the algorithmic differentiation of differentiable numerical programs, that is the generation of first-, second- and higher-order tangent and adjoint code by • operator and function overloading in C++ • manual source transformation • automatic source transformation
Lernziele/Lernergebnisse	• Knowledge: understanding of fundamental algorithmic differentiation (AD) modes • Skills: ability to apply AD software to differentiable numerical programs • Competences: choice of appropriate AD mode for a given task
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	• Introduction to Programming • Introduction to Calculus
Literatur	• Set of slides • Example programs • Naumann: The Art of Differentiating Computer Programs. SIAM 2012. • Griewank, Walther: Evaluating Derivatives. SIAM 2008. • References to relevant current literature and online materials
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur (100 %).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Uwe Naumann
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Introduction to Algorithmic Differentiation (122132702)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	1
Prüfung Introduction to Algorithmic Differentiation (122132701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in Algorithmisches Differenzieren	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Reinforcement Learning and Learning-based Control (Wahlpflichtfach)
Kennung	4026526
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Class outline: • Reinforcement learning problem and its relation to control • Markov decision process • Dynamic programming • Tabular reinforcement learning • Reinforcement learning with function approximation incl. deep RL • Policy gradient methods • Model learning • Controller learning
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: The course “Reinforcement Learning and Learning-based Control” covers fundamentals and state-of-the art methods in reinforcement learning and learning-based control. Reinforcement learning (RL) is a machine learning paradigm that aims at learning action or control policies from data generated through interaction with an environment. It is one important subfield of learning-based control (LBC), which more broadly denotes the intersection of the areas of automatic control and machine learning. Both, RL and LBC are very active and interdisciplinary areas of research. The first part of the module introduces and formalizes the reinforcement learning problem and its connections with dynamical systems and control. Building on the formulation as a Markov decision process, core concepts of RL and optimal control will be developed. After establishing understanding and fundamental concepts of RL theory, modern algorithms including deep RL approaches are introduced. In addition to RL, the course covers further essential topics of learning-based control, including model learning and modern controller tuning techniques Fertigkeiten und Kompetenzen: The course combines profound understanding of theoretical foundations with the application of state-of-the-art techniques to engineering problems. Students acquire a solid foundation of reinforcement learning theory and learningbased control. They will gain insight into how machine learning and control techniques can be combined, and what special challenges exist. Further, students will be exposed to state-of-the-art algorithms and methods such as deep reinforcement learning and model learning, including hands-on programming exercises.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Basic knowledge in probability theory and supervised machine learning (such as covered in Computer Science in Mechanical Engineering 2 or Machine Learning, for example)
Literatur	Reinforcement Learning: An Introduction, 2nd edition; Richard S. Sutton, Andrew G. Barto; MIT Press; 2018 Empfohlene weiterführende Literatur:

	Will be announced in the lecture.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	100% grade of the exam.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. Sebastian Trimpe
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Reinforcement Learning and Learning-based Control (402652601)	2. Semester	1. Semester	6	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Reinforcement Learning and Learning-based Control	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Reinforcement Learning and Learning-based Control	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Advanced Algorithmic Differentiation (Wahlpflichtfach)
Kennung	1221328
Version	V1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Sommersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Essential AD • Exploitation of Jacobian and Hessian Sparsity • Limited Memory Adjoints • Elimination Methods for Jacobians • Symbolic Tangents and Adjoints • AD Mission Planning
Lernziele/Lernergebnisse	• Knowledge: understanding of algorithmic differentiation (AD) beyond the black-box perspective • Skills: ability to design scalable and efficient AD solutions • Competences: AD mission planning
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Introduction to Algorithmic Differentiation
Literatur	• Set of slides • Example programs • Naumann: The Art of Differentiating Computer Programs. SIAM 2012. • Griewank, Walther: Evaluating Derivatives. SIAM 2008. • References to relevant current literature and online materials
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Uwe Naumann
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Excercise Advanced Algorithmic Differentiation (122132802)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Exam Advanced Algorithmic Differentiation (122132801)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Advanced Algorithmic Differentiation	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Advanced C++ (Wahlpflichtfach)
Kennung	1228566
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Sommersemester 2023
Gültig bis	-
Modulniveau	Master

Inhalt	• development environment
	  • build system
	  • git
	  • integrated development environment (IDE)
	  • debugging: valgrind, gdb, sanitizer
	  • testing: gtest
	  • benchmarking: google benchmark
	  • compiler explorer (godbolt.org), cppinsights.io, quick-bench.com
	• RAII
	  • object lifetime
	  • exception safety
	  • smart pointer
	  • STL container
	• class design
	  • uniform initialization
	  • rule of 5, rule of 0
	  • =default, =delete
	  • copy elision
	  • move semantics
	  • rvalue reference
	  • universal/forwarding reference
	  • std::forward
	• specifiers
	  • auto
	  • typedef
	  • decltype

- constexpr, consteval
- C++ templates and template type deduction
  - function templates
  - class templates
  - variadic templates
  - template specialization
  - SFINAE
- type traits and concepts
  - type traits
  - enable_if
  - remove_cvref
  - concepts
- expression templates
- callables
  - std::function
  - lambda
  - STL iterator
  - STL algorithm
- parallelization
  - threads
- error propagation
  - exceptions

Lernziele/Lernergebnisse	• Knowledge: understanding of selected advanced concepts and language features provided by modern C++ • Skills: ability to write C++ programs that use advanced features of modern C++ • Competences: selection of appropriate advanced features of C++ for a given software development problem
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Einführung in die Programming mit C++
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Uwe Naumann
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Advanced C++ (122856601)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung + Übung Advanced C++	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	4

Modultitel	Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning (Wahlpflichtfach)
Kennung	4028624
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2023
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The use of machine learning and artificial intelligence has a huge potential for building future engineering systems such as autonomous robots, vehicles, or smart infra-structure systems. This is an interdisciplinary seminar offered in mechanical engineering and computer science due to the interdisciplinary nature of the topic. In addition to the challenges of designing ML and Al systems, it is critical to analyze the mathematical properties of these algorithms. This seminar will focus on some of the underlying mathematics of modern methods. The number of places for this seminar is limited.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: You will leam about topics of current research in machine learning and focus on the underlying mathematical concepts. Many modern machine learning methods are readily implemented and can be used rather straightforwardly on a given data set. However, often this yields poor results. Thus, it is important to understand how the algorithms work and what mathematical properties of the data are critical to ensure good performance. A prominent example is correlated data, which can have dramatic consequences for certain methods and be manageable for others. The amount and quality of data is also an important aspect that heavily influences the success of the leaming outcome. Fertigkeiten und Kompetenzen: You will prepare an assigned topic, familiarize with the mathematical details, and give a presentation to your peers. There will be theorems and proofs. You need to under-stand and reproduce the mathematical arguments, reasoning and rigor.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Prior knowledge in probability theory and machine learning is recommended.
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The attendance of the course is mandatory. Presentation (40%) and written report (60%).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Sebastian Trimpe
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning (402862401)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Statistische Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215695
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Introduction/Motivation | Linguistic and Statistical Foundations | Text and Document Classification | Language Modelling | Part-of-Speech (POS) Tagging | Information Extraction by Tagging | Probabilistic Context Free Grammars and Parsing | Machine Translation
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge: On successful completion of this module, students should be able to:describe the various applications of advanced state-of-the-art methods of Natural Language Processing. | describe the fundamental properties and methods of Natural Language Processing. | describe the advanced methods for training a Natural Language Processing: system. | describe the trade-off between system complexity and performance in an advanced Natural Language Processing system. Skills: They should be able to:to train the parameters of a Natural Language Processing system using advanced training methods. | apply and implement advanced methods of Natural Language Processing | measure and analyse the performance of a Natural Language Processing | system in complex real-life applications. Competences: Based on the knowledge and skills acquired they should:have an overview of advanced methods in Natural Language Processing. | be able to apply advanced methods of Natural Language Processing. | be in a position to analyze specific problems in a real-life application of Natural Language Processing systems.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse aus „Einführung in die Stochastik“, „Datenstrukturen und Algorithmen“, „Formale Systeme, Automaten, Prozesse“.
Literatur	C. D. Manning, H. Schütze: Foundations of Statistical Natural Language Processing. MIT Press, Cambridge, MA, 1999. | D. Jurafsky, J. H. Martin: Speech and Language Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2000. | Folien/Lecture Notes: http://www-i6.informatik.rwth-aachen.de/web/Teaching/
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Hermann Ney
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	240,0

Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	150,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Statistische Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache (121569502)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Statistische Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache (121569501)	2. Semester	1. Semester	8	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Statistische Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Automatische Spracherkennung (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215750
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Introduction/motivation. | Digital signal processing. | Spectral Analysis. | Time alignment and isolated word recognition. | Statistical interpretation and models. | Connected Word Recognition. | Large Vocabulary Speech Recognition.
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge: On successful completion of this module, students should be able to: describe the components and formalisms of a state-of-the-art automatic speech recognition system; | state the optimization problems underlying training, adaptation, and recognition using state-of-the-art automatic speech recognition components and underlying models. Skills: They should be able to:apply state-of-the-art automatic speech recognition components; | solve the optimization problems underlying training, adaptation, and recognition using state-of-the-art automatic speech recognition components and underlying models; | and should have acquired soft skills like developing and testing ASR software in a cooperative environment. Competences: Based on the knowledge and skills acquired they should:have an overview of the state-of-the-art in automatic speech recognition; | be able to analyze the effect of the components of state-of-the-art automatic speech recognition systems; | be able to interpret the implementation of a speech recognition system; | be in a position to realize specific problems of automatic speech recognition.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine.
Literatur	Emphasis on signal processing and small-vocabulary recognition: L. Rabiner, B. H. Juang: Fundamentals of Speech Recognition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1993. | Emphasis on large vocabulary and language modelling: F. Jelinek: Statistical Methods for Speech Recognition. MIT Press, Cambridge, 1997. | Introduction to both speech and language: D. Jurafsky, J. H. Martin: Speech and Language Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2000. | Advanced topics: R. De Mori: Spoken Dialogues with Computers. Academic Press, London, 199.
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Hermann Ney
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung automatische Spracherkennung (121575002)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung automatische Spracherkennung (121575001)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung automatische Spracherkennung	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Approximation, Bild- und Datenanalyse (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113467
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2006
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	B-Spline-Bezier-Darstellungen, rekursive Auswertungsalgorithmen, Unterteilungstechniken, Quasi-Interpolation, Pade-Approximation, Fourierreihen, schnelle Fourier-Transformation, schnelle Wavelet Transformation, Funktionenräume, Approximationsschranken
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen die wichtigen Konzepte wie Splineapproximation, Bezier-Darstellungen von Polynomen, dünne Gitter, rationale Approximation, Reihenentwicklungen, Waveletentwicklungen sowie prozeduale Methoden wie Unterteilungsalgorithmen kennen lernen; die analytischen Grundlagen zum sachgemäßen Einsatz entsprechender Varianten erwerben. Dies schließt ins-besondere die Fähigkeit ein, Konvergenz- und Fehlerbetrachtungen durchführen zu können, die dabei relevanten Stabilitätsbegriffe zu verstehen sowie Prinzipien der nichtlinearen Approximation in ihrer Wirkungsweise einschätzen zu können. Sie sollen die wichtigsten modernen Techniken zur numerischen Umsetzung der Methoden beherrschen und die Fähigkeit zum flexiblen Umgang mit diesen Konzepten in mindestens einem der erwähnten Anwendungszusammenhänge erwerben.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	Skript, vorlesungsbegleitend ergänzende Literatur
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Siegfried Müller
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Approximation, Bild- und Datenanalyse (111346702)	1. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Approximation, Bild- und Datenanalyse (111346701)	1. Semester	1. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Approximation, Bild- und Datenanalyse	1. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Numerische Analysis IV (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113455
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2007
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Finite Differenzen Verfahren für partielle Differentialgleichungen, Krylovraummethoden, Optimierung und Kontrolltheorie
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen die Klassifizierung partieller Differentialgleichungen durchdringen und ein sicheres Verständnis für die damit verbundenen physikalischen Prozesse entwickeln, Verständnis für grundlegende Prinzipien bei der Diskretisierung von partiellen Differentialgleichungen und bei der Optimierung entwickeln, grundlegende numerische Methoden in ihrer Funktionsweise vertieft verstehen, Grundtechniken wie Finite-Differenzen Verfahren, iterative Lösungsverfahren und Optimierungsmethoden sicher beherrschen und die Fähigkeit zum aktiven Umgang mit den Gegenständen der Lehrveranstaltung erwerben und Verständnis für die angemessenen Stabilitätsbegriffe entwickeln.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Bestandene Module Analysis I, II, Numerische Analysis I, II sowie Kenntnisse des Moduls Numerische Analysis III
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse des Moduls Numerische Analysis III
Literatur	J. Strikwerda, Finite difference schemes and partial differential equations, Wadsworth 1989; W. Hackbusch, Theorie und Numerik elliptischer Differentialgleichungen, Teubner 1986; P. Knabner, L. Angermann, Numerik partieller Differentialgleichungen, Springer 2000; J. Nocedal, S. Wright, Numerical Optimization, Springer; P. Pedregal, Introduction to optimization, Springer 2004
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Sebastian Noelle Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Arnold Reusken
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Numerische Analysis IV (111345502)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Numerische Analysis IV (111345501)	2. Semester	1. Semester	9	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Numerische Analysis IV	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Iterative Löser (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113473
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	-
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Krylov-Teilraumverfahren, Vorkonditionierungstechniken, Mehrgitterverfahren, Gebietszerlegungstechniken, Parallelisierung iterativer Verfahren, Konvergenzanalyse iterativer Löser
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen Verständnis für grundlegende Prinzipien, wie Konvergenz, Konvergenzgeschwindigkeit, Effizienz und Parallelisierung bei iterativen Lösern für diskretisierte partielle Differentialgleichungen entwickeln, die Fähigkeit vertiefen, grundlegende iterative Lösungsverfahren für diskretisierte partielle Differentialgleichungen in ihrer Funktionsweise zu verstehen, die durch sie erreichbaren Ergebnisse einzuschätzen und darauf aufbauend in flexibler Anpassung an neue Aufgabenstellungen die Methoden weiter zu entwickeln, grundlegende Techniken zur numerischen Umsetzung der Methoden beherrschen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse des Moduls Numerische Analysis IV
Literatur	A. Reusken: Iterative methods for solving elliptic boundary value problems (Skript); D. Braess: Finite elements. Theory, fast solvers, and applications in solid mechanics (Cambridge) ; W. Hackbusch: Multigrid methods and applications (Springer)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Arnold Reusken
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Iterative Löser (111347302)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Iterative Löser (111347301)	2. Semester	1. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Iterative Löser	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Mehrgitterverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113441
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Iterative Löser für diskretisierte partielle Differentialgleichungen • Vorkonditionierungstechniken • Mehrgitterverfahren • Konvergenzanalyse iterativer Löser
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studierenden sollen Verständnis für grundlegende Prinzipien, wie Konvergenz, Konvergenzgeschwindigkeit und Effizienz bei iterativen Lösern für diskretisierte partielle Differentialgleichungen entwickeln. • Die Studierenden sollen die Klasse der Mehrgitterverfahren kennenlernen und die wesentlichen Eigenschaften dieser Verfahren verstehen. • Die Studierenden sollen grundlegende Theorie zur Konvergenzanalyse der Mehrgitterverfahren beherrschen. Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Elementare Kenntnisse zu Diskretisierngsverfahren für partielle Differentialgleichungen
(empfohlene) Voraussetzungen	• Elementare Kenntnisse zu Diskretisierngsverfahren für partielle Differentialgleichungen
Literatur	• Reusken (Skript) • D. Braess (Buch), Springer • W. Heckbusch (Buch), Springer
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine maximal 45-minütige mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher MathematikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Arnold Reusken
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	45
Gesamtstunden (h)	150,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Mehrgitterverfahren (111344102)	1. Semester	1. Semester	0	1
Prüfung Mehrgitterverfahren (111344101)	1. Semester	1. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mehrgitterverfahren	1. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Isogeometric Analysis (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011678
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Grundlagen der isogeometrischen Analyse (IGA), insbesondere in Vergleich mit der klassischen Finite-Elemente-Methode • Verfeinerungsstrategien innerhalb der IGA • Anwendung auf strukturmechanische Probleme, Wärmeleitung und Strömungsmechanik • Vergleich zu "NURBS Enchanced Finite Elements", einem zu IGA verwandten Verfahren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Verständnis der grundlegenden Vorgehensweisen bei der Modellierung in CAD-Systemen und bei der klassischen Finite-Elemente-Simulation; Verknüpfung dieser beiden Ansätze zur isogeometrischen Analyse und ihre Anwendung auf verschiedene Problemklassen (Strukturmechanik, Wärmeleitung und CFD) unter Berücksichtigung der Vor- und Nachteile. Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundlagen in numerischen Methoden " Programmierung in Matlab, Octave o.ä.
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen in numerischen Methoden • Programmierung in Matlab, Octave o.ä.
Literatur	• J. A. Cottrell, T. Hughes, Y. Bazilevs: Isogeometric Analysis - Toward Integration of CAD and FEA, Wiley, 2009 • Sevilla, R; Fernandez-Mendez, S. and Huerta A.: 3D NURBS-Enchanced Finite Element Method (NEFEM), International Journal for Numerical Methods in Engineering, 88 (2), 103-125, 2011
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung und Hausaufgaben. Die Endnote ergibt sich zu aus der mündlichen Prüfung plus Bonuspunkteregelung für Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Marek Behr Ph. D.
ECTS Credits	6

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Isogeometric Analysis (401167801)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Isogeometric Analysis	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Computational Modeling of Membranes and Shells (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011674
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Allg. math. Grundlagen 2. Grundlagen der Differentialgeometrie 3. Kurze Zusammenf. der Kontinuumsmechanik 4. Membrankinematik unter Berücksichtigung großer Verformungen 5. Konstitutivgesetze für Membrane 6. Membrangleichgewicht in starker & schwacher Form 7. Zusammenf. Isogeometrischer Finite Elemente Methoden 8. Numerische Diskretisierungsverfahren für Membrane 9. Erweiterung der Theorie auf Schalen 10. Rotationsfreie Diskretisierungsverf. für Kirchhoff-Love Schalen 11. Praktische Umsetzung von 8. & 10.
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen und Verstehen:** Die Studierenden können die Elemente numerischer Modelle für Membrane und Schalen benennen und deren mathematisch-physikalischen Ursprung begründen. Die Studierenden können daraus die besprochenen numerischen Diskretisierungverfahren herleiten. **Fertigkeiten und Kompetenzen:** Die Studierenden können die Membran- und Schalenformulierung auf andere Konstitutivgesetze übertragen, sowie diese Formulierungen in existierende Softwareprogramme implementieren. Sie können die numerischen Ergebnisse solcher Programme hinsichtlich Ihrer Genauigkeit bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen Kontinuumsmechanik; Grundlagen der Finite Element Methode
(empfohlene) Voraussetzungen	**Empfohlene Voraussetzungen** • Kontinuumsmechanik • Grudlagen der Finite Element Methode
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 100 % aus der Note der mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündliche Prüfung Computational Modeling of Membranes and Shells (401167401)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Computational Modeling of Membranes and Shells	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Computational Modeling of Membranes and Shells	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Molecular Mechanics and Multiscale Modelling of Materials (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011511
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Lectures: Introduction to multi-scale modelling Molecular dynamics - Theoretical background of molecular dynamics - Force-probe molecular dynamics simulations - Compute mechanical properties at molecular level Phase field modelling (finite element modelling) - Theoretical background - Reproduce molecular mechanical properties - Validations Multi-scale modelling - Scale bridging - Bottom-up approach - Applications, e.g., spider silk, nacre Exercises: - Molecular dynamics simulations - Force-probe molecular dynamics simulations - Compute mechanical properties at molecular level, e.g., Young's modulus - Finite element simulations based on force-probe molecular dynamics simulations - Validations - Analysis of multi-phasic materials
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Molecular Mechanics and Multi-scale Modelling The need for multi-scale modelling comes usually from the fact that the available macro-scale models are not accurate enough, and the micro-scale models are not efficient enough and/or offer too much information. By combining both viewpoints, one hopes to arrive at a reasonable compromise between accuracy and efficiency. Multiscale models allow us to formulate models that couple together models at different scales. Overall goal: Students are able to bridge the wide range of time and length scales of methods that are inherent in a number of essential phenomena and processes in materials science and engineering. After successfully completing this course, the students will have acquired the following learning outcomes: Knowledge / Understanding - understand the theoretical background of both methods, molecular dynamics and continuum mechanics - are able to compute mechanical properties at molecular level - reproduce molecular material behaviour at macroscopic level - perform multi-scale modelling of hierarchical bio-materials - modelling of fracture at atomistic scale Fertigkeiten und Kompetenzen: Abilities / Skills: - able to deal with molecular dynamics simulations at nano-scale level - perform FEM simulations at macro-scale by using nano-scale mechanical properties - able to perform bottom-up approach in efficient way - knowledge of fracture at nano-scale as well as macro-scale Competence:

	- able to deal with interdisciplinary field problems, e. g., nano-scale MD simulations and macro-scale FEM simulations - use the knowledge to explore naturally available hierarchical materials, which outperform artificial materials in terms of mechanical properties - apply contents of the lecture to natural as well as artificial materials
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	It is advantageous to be familiar with the foundations of continuum mechanics
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Kontinuumsmechanik (Continuum Mechanics)
Literatur	Rapaport, D. C. The art of molecular dynamics simulation Cambridge University Press, 2004 Frenkel, D. &; Smit., B. Understanding molecular simulation: from algorithms to applications Computational science. Academic Press, 2002 Haupt, P. Continuum Mechanics and Theory of Materials Springer-Verlag, Berlin, 2000 Empfohlene weiterführende Literatur: Allen, M. P. &; Tildesley, D. J. Computer simulation of liquids Clarendon Press, Oxford, 1987 Chadwick, P. Continuum mechanics: Concise theory and problems Courier Dover Publications, 1999
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche oder mündliche Prüfung (abhängig von der Teilnehmerzahl)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Molecular Mechanics and Multiscale Modelling (401151101)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Molecular Mechanics and Multi-scale Modelling	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Molecular Mechanics and Multi-scale Modelling	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Computational and Statistical Inverse Problems (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113494
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Examples of inverse problems (Radon transform, diffusion equation) Tikhonov regularization Truncated SVD Introduction to Bayesian sytatistics Classical refularization in the Bayesian framework Computational methods
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and comprehension of different methods for regularization of inverse problems, both from a functional analysis as well as from a statistical point of view. Ability to evaluate different techniques, ability to apply these methods to practical problems
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzung: Bestandene Module Mathematische Grundlagen I-IV, Partielle Differentialgleichungen, Einführung in die angewandte Stochastik
(empfohlene) Voraussetzungen	Bestandenes Modul Funktionalanalysis
Literatur	Mueller, Siltanen: Linear and Nonlinear Inverse problems with Practical Applications, SIAM, 2012 Kaipio, Somersalo: Statistical and Computational Inverse Problems, Springer-Verlag, 2005.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung;Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr. M. Bachmayr
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfungsleistung: Computational and Statistical Inverse Problems (111349401)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/ Übung Computational and Statistical Inverse Problems	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Einführung in hyperbolische Erhaltungssätze (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113005
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Lineare Transportgleichung; Skalare Erhaltungssätze; Charakteristiken; Entstehung von Schocks; Schwache Lösung; Rankine-Hugoniot Bedingung; Entropie-Bedingung; Eindeutigkeit; Riemann-Problem; Godunov-Verfahren; CFL-Bedingung. Lineare hyperbolische Systeme. Massen- und Impuls-Erhaltungssätze der Strömungsmechanik. Implementierung von Finite-Volumen Verfahren und numerische Simulation.
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen am Beispiel skalarer partieller Differentialgleichungen lineare und nichtlineare Transportphänomene wie das Brechen von Wellen kennenlernen. Sie sollen den Begriff der schwachen Lösung und die Rankine-Hugoniot Bedingung verstehen. Für nicht-eindeutige Lösungen sollen sie mittels Entropiebedingungen die physikalisch korrekte Lösung auswählen können. Sie sollen ein erstes numerisches Verfahren in Erhaltungsform sowie die CFL-Bedingung herleiten können. Sie sollen lernen, die Erhaltungssätze der Kontinuums-Mechanik aus Transportsätzen und dem Newtonschen Kraftgesetz herzuleiten. Integraler Bestandteil der Übungen ist die gemeinsame Implementierung von Finite-Volumen Verfahren für skalare Gleichungen und einfachen Strömungsmodellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzung: Differential and integral calculus, including Gauss integral theorem
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse aus Gewöhnliche Differentialgleichungen und begleitend Numerische Analysis III
Literatur	(a) Godlevski-Raviart (Ellipsis), (b) LeVeque (Birk-häuser), (c) Kröner (Wiley-Teubner), (d) Toro (Springer), (e) Chorin-Marsden. Lösen von 50% der Übungsaufgaben und Bestehen einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20-30 Minuten (je nach Wahl Deutsch oder Englisch)
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von 50% der Übungsaufgaben Bestehen einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20-30 Minuten (je nach Wahl Deutsch oder Englisch)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Sebastian Noelle
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	135,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in hyperbolische Erhaltungssätze (111300502)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Einführung in hyperbolische Erhaltungssätze (111300501)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in hyperbolische Erhaltungssätze	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Mathematische Modelle in atomistischen Simulationen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1114995
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	The student wlll study In depth a specific topic based on a research article or book chapter. The student will first passively understand the material and then actively present it in form of a presentation and a report. The research topics are in the context of mathematical models and simulation techniques for molecular simulations either for quantum, classical or statistical models.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	None
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Based on the oral presentation (50%) and the report (50%).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher MathematikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Benjamin Stamm
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Report Mathematische Modelle in atomistischen Simulationen (111499502)	2. Semester	1. Semester	1.5	0
Oral Presentation Mathematische Modelle in atomistischen Simulationen (111499501)	2. Semester	1. Semester	1.5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Mathematische Modelle in atomistischen Simulationen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Mathematical Aspects in Computational Chemistry (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113574
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Sommersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Computational chemistry repeatedly uses mathematical concepts in the modelling and the following discretization of the models. We present some models of theoretical chemistry from a mathematical perspective. Topics include electro-static interaction of molecular systems, the passage from classical to quantum mechanics, an introduction to quantum mechanics and the Hartree-Fock model as well as its discretization.
Lernziele/Lernergebnisse	The aim of this class is to gain more insight of mathematical aspects in computational chemistry. The student should get familiar with some well-known concepts in theoretical chemistry and learn the mathematical aspects behind these concepts.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Mathematische Grundlagen I-IV, Partielle Differentialgleichungen Functional Analysis, Partial Equations and its common discretisation, Experience in quantum mechanics (useful but not mandatory)
(empfohlene) Voraussetzungen	None
Literatur	Teilweise: Cancès, E., Defranceschi, M., Kutzelnigg, W., Le Bris, C., &; Maday, Y. (2003). Computational quantum chemistry: a primer. In Handb. Numer. Anal., X (pp. 3– 270). Amsterdam: North-Holland. Chapters 1 and 2.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written or oral examination. Type and length of the exam will be announced in the beginning of the semester.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Benjamin Stamm
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung: Mathematical Aspects in Computational Chemistry (111357402)	1. Semester	2. Semester	0	1
Prüfungsleistung: Mathematical Aspects in Computational Chemistry (111357401)	1. Semester	2. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung: Mathematical aspects in computational chemistry	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Modellreduktionsverfahren I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1116018
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Grundlagen der Reduzierten Basis Methoden für elliptische und parabolische partielle Differentialgleichungen: Approximation, A Posteriori Fehlerschätzer, Offline/Online Zerlegung, Sampling Verfahren, Anwendungsbeispiele aus dem Bereich Ingenieur- und Naturwissenschaften
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen die Reduzierten Basis Methode, ein Modellreduktionsverfahren für hochdimensionale Systeme, kennenlernen. Sie sollen die theoretischen Grundlagen und Funktionsweisen des Verfahrens für einfache Problemklassen verstehen, und ihre Anwendbarkeit auf ingenieurs- und naturwissenschaftliche Probleme einschätzen können.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Kenntnisse Numerische Analysis III, IV Notwendige Voraussetzungen: Das Lösen von Übungsaufgaben ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse Numerische Analysis III, IV
Literatur	-
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Martin Grepl Universitätsprofessorin Karen Veroy-Grepl Ph. D.
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung: Modellreduktionsverfahren I (111601802)	1. Semester	1. Semester	0	1
Prüfungsleistung: Modellreduktionsverfahren I (111601801)	1. Semester	1. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung: Modellreduktionsverfahren I	1. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Modellreduktionsverfahren II (Wahlpflichtfach)
Kennung	1116019
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Reduzierte Basis Methoden für Sattelpunkt-Probleme (Stokes) und nichtlineare Probleme. Empirical Interpolation Method, Proper Orthogonal Decomposition, Balanced Truncation Method, Anwendung der Verfahren in Optimierung und optimaler Regelung, Anwendungsbeispiele aus dem Bereich Ingenieur- und Naturwissenschaften.
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen sowohl ihre Kenntnisse über die Reduzierten BasisMethode vertiefen als auch weitere Modellreduktionsverfahren für hochdimensionale Systeme kennenlernen. Sie sollen sollen die theoretischen Grundlagen und Funktionsweisen der Verfahren für komplexere (nichtlineare) verstehen, und ihre Anwendbarkeit auf ingenieurs- und naturwissenschaftliche Probleme einschätzen können. Sie sollen die Grundlage erwerben, zu aktuellen Forschungsthemen in diesem Bereich neue Beiträge leisten zu können.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Kenntnisse Numerische Analysis III, IV Notwendige Voraussetzungen: Das Lösen von Übungsaufgaben ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse Numerische Analysis III, IV
Literatur	-
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Martin Grepl Universitätsprofessorin Karen Veroy-Grepl Ph. D.
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung: Modellreduktionsverfahren II (111601902)	1. Semester	1. Semester	0	1
Prüfungsleistung: Modellreduktionsverfahren II (111601901)	1. Semester	1. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung: Modellreduktionsverfahren II	1. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Fast Algorithms for Boundary Integral Equations (Wahlpflichtfach)
Kennung	4020494
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Sommersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The main objective of this class is twofold: on one hand we establish a connection between boundary value problems and boundary integral equations; on the other, we study discretization techniques for boundary integral operators. We shall restrict our attention to the (positive-definite) Laplace operator and the (indefinite) Helmholtz operator; we introduce Green's function and the single and double layer potentials, and show how those analytical tools can be employed to represent solutions of boundary value problems. We discuss classical discretization techniques, such as the Nystrom method and the Fast Multiple Method (FMM); we conclude by dlscussing some recent developments such as hierarchical matrices and sweeping preconditioners. This is intended as a class that touches on the forefront of research.
Lernziele/Lernergebnisse	Establish a connection between partial differential equations and integral equations; understand properties of integral operators; develop suitable discretization techniques. Green's function for Laplace and Helmholtz operator; Fredholm operator of first and second kind; Fast Multipole Method; Hierarchical rnatrices; Sweeping preconditioner.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Recommended Requirements: Foundations of Lebesgue's theory of integratlon; con-cepts of functlonal analysis; basic knowledge of Matlab
(empfohlene) Voraussetzungen	Foundations of Lebesgue's theory of integratlon; concepts of functlonal analysis; basic knowiedge of Matlab
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	-
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr. Paolo Gatto
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fast Algorithms for Boundary Integral Equations (402049401)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	-

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fast Algorithms for Boundary Integral Equations	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3
Übung Fast Algorithms for Boundary Integral Equations	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Finite Element and Volume Methods (Wahlpflichtfach)
Kennung	1121392
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Selected topics of finite element methods for elliptic and parabolic differential equations: stability, weak and mixed formulations, saddle point problems, non-conforming discreti-zations. Finite volume methods for hyperbolic conservation laws: shocks, weak solutions, entro-py concepts. Conservative schemes, TVD schemes, approximate Riemann solvers, discrete entropy conditions, convergence.
Lernziele/Lernergebnisse	The students are to gain a basic understanding of regularity and stability properties of partial differential equations and acquire the most important discretization concepts and their algorithmic implementation. They are to familiarize with important techniques of stability analysis, error control and adaptive refinement strategies, as well as gain basic knowlegde that will enable them to provide new results in the context of current re-search topics.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Knowledge of Numerical Analysis IV und Partial Differential Equations I
Literatur	D. Braess, Finite elements. Theory, fast solvers, and applications in solid mechanics, Springer 1997; S. Brenner, L. Scott, The mathematical theory of finite element methods, Springer 2002; R. LeVeque, Finite volume methods for hyperbolic problems, Cambridge 2002; D. Kröner, Numerical schemes for conservation laws, Wiley-Teubner 1997
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Requirement: Homework Examination: Pass a graded written or oral examination
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Professor Dr. rer. nat. Siegfried Müller
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	90-120 min
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Finite Element and Volume Methods (Tutorial) (112139201)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Finite Element and Volume Methods (Exam) (112139202)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Finite Element and Volume Methods (Lecture)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	4

Modultitel	Multiscale Techniques I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1118163
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Homogenization techniques • Multiscale Algorithms • Multiphysics
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and understanding: Specifically, students know several methods to deal with multiscale problems. Furthermore, students are able to describe the basics of several solution methods (homogenization method, heterogeneous multiscale method, variational multiscale method). Skills and competences: Students are able to apply multiscale techniques to solve engineering problems exhibiting multiscale effects that cannot be resolved but have to be modelled. They can name the advantages and disadvantages of each method. Students can judge whether specific methods are applicable to the specific problem and discuss their results with specialists and colleagues. Finally, students are able to implement the above methods in computer codes. Other (optional): • project management by programming taks • team work by written exercises • discussion of solutions in tutorial class
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Mathematische Grundlagen I-IV, Partielle Differentialgleichungen oder vergleichbare Kenntnisse
Literatur	A. Bensoussan, J.L. Lions, G. Papanicolaou, “Asymptotic analysis for periodic structures”, North-Holland, Amsterdam, 1978; L. Tartar, “The general theory of homogenization. A personalized introduction”, Lecture Notes of the Unione Matematica Italiana, 7. Springer-Verlag, Berlin; UMI, Bologna, 2009.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Mündliche Prüfung, Benotung: benotet, Gewichtung: 100 %
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Siegfried Müller
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Multiscale Techniques I (111816301)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Multiscale Techniques I	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Multiscale Techniques I	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Multiscale Techniques II (Wahlpflichtfach)
Kennung	1118165
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Multiscale Algorithms • Heterogeneous Multiscale Method • Variational Multiscale Method • Multiphysics
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and understanding: Specifically, students know several methods to deal with multiscale problems. Furthermore, students are able to describe the basics of several solution methods (homogenization method, heterogeneous multiscale method, variational multiscale method). Skills and competencies: Students are able to apply multiscale techniques to solve engineering problems exhibiting multiscale effects that cannot be resolved but have to be modelled. They can name the advantages and disadvantages of each method. Students can judge whether specific methods are applicable to the specific problem and discuss their results with specialists and colleagues. Finally, students are able to implement the above methods in computer codes. Other (optional): • project management by programming taks • team work by written exercises • discussion of solutions in tutorial class
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Zulassungsvoraussetzung zur Teilnahme an den Lehrveranstaltungen: keine; empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Grundlagen I-IV, Partielle Differentialgleichungen oder vergleichbare Kenntnisse; Zulassungsvoraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: keine
Literatur	Veranstaltungsliteratur: W. E, B. Engquist, X. Li, W. Ren, Heterogeneous multiscale methods: A review, Commun. Comput. Phys, 2007; T.J.R. Hughes, G. Scovazzi, L.P. Franca, Multiscale and Stabilized Methods, ENCYCLOPEDIA OF COMPUTATIONAL MECHANICS, 2004;
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Mündliche Prüfung, Benotung: benotet, Gewichtung: 100 %
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Siegfried Müller
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Multiscale Techniques II (111816501)	3. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Multiscale Techniques II	3. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Vorlesung Multiscale Techniques II	3. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Finite Element and Volume Methods I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1118272
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Selected topics of finite element methods for elliptic and parabolic differential equations: stability, weak and mixed formulations, saddle point problems, non-conforming discretizations. Selected topics of finite volume methods for hyperbolic conservation laws: shocks, weak solutions, entropy concept, conservative schemes, TVD schemes, approximate Riemann solvers, discrete entropy conditions, convergence.
Lernziele/Lernergebnisse	In this lecture the students are to gain (i) a basuc understanding of regularity and stability properties of partial differential equations and (ii) acquire the most important discretization concepts and their algorithmic implementation. They are to familiarize with important techniques of stability analysis, error control and adaptive refinement strategies. Finally they are to gain basic knowlegdes that will enable them to provide new results in the context of advanced research topics.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	None
Literatur	Current Literature
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Homework Written or Oral Examination
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Prof. Dr. rer. nat. Siegfried Müller
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Finite Element and Volume Methods I (111827201)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0
Exercise Finite Element and Volume Methods I (111827202)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Finite Element and Volume Methods I	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Finite Element and Volume Methods II (Wahlpflichtfach)
Kennung	1118273
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Selected topics of finite element methods for elliptic and parabolic differential equations: stability, weak and mixed formulations, saddle point problems, non-conforming discretizations. Selected topics of finite volume methods for hyperbolic conservation laws: shocks, weak solutions, entropy concept, conservative schemes, TVD schemes, approximate Riemann solvers, discrete entropy conditions, convergence.
Lernziele/Lernergebnisse	In this lecture the students are to gain (i) a basuc understanding of regularity and stability properties of partial differential equations and (ii) acquire the most important discretization concepts and their algorithmic implementation. They are to familiarize with important techniques of stability analysis, error control and adaptive refinement strategies. Finally they are to gain basic knowlegdes that will enable them to provide new results in the context of advanced research topics.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	None
Literatur	Current Literature
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Homework Written or Oral Examination
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Prof. Dr. rer. nat. Siegfried Müller
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Finite Element and Volume Methods II (111827301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0
Exercise Finite Element and Volume Methods II (111827302)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	1

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Finite Element and Volume Methods II	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Numerical methods for Stochastic Differential Equations with connections to Machine Learning (Wahlpflichtfach)
Kennung	1121357
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	- Wiener stochastic process - Ito integrals and Ito Stochastic Differential Equations (SDEs) - Connections to Stratonovich integrals and SDEs - Ito's formula - Monte Carlo method for weak approximation of Ito SDEs: Statistical error analysis - Variance reduction techniques (antithetic variables, control variates and the multilevel Monte Carlo method, importance sampling) - Connections between Ito SDEs and linear Partial Differential Equations (PDEs): the Kolmogorov backward equation, the Kolmogorov forward (Fokker– Planck) equation and the Feynman–Kac representation. - Time discretization approximation error in SDEs, error control and adaptivity. - Stochastic Optimal Control and the Hamilton Jacobi Bellman PDE. - Connections between Stochastic optimization, Machine Learning and SDEs Other topics that may be addressed if time allows, possibly via final course projects: Calibration and Inference for SDEs. Data Assimilation with SDEs.
Lernziele/Lernergebnisse	The goal of this course is to give basic knowledge of the treatment of stochastic differential equations and their numerical solution, useful for scientific and engineering modeling, guided by some problems in applications in financial mathematics, material science, geophysical flow problems, crowd flows, stochastic optimal control theory, machine learning and Monte Carlo methods. We will discuss basic questions for solving stochastic differential equations, e.g., to approximate the price of an option is it more efficient to solve the deterministic Black– and Scholes partial differential equation or use a Monte Carlo method based on a stochastic representation? The course treats the basic theory of stochastic differential equations including weak and strong approximation, efficient numerical methods and error estimates, the relation between stochastic differential equations and partial differential equations, stochastic partial differential equations, variance reduction and the Multilevel Monte Carlo method, etc. It also addresses Optimal control for ODEs and SDEs and its connections to the Hamilton–-Jacobi–Bellman nonlinear PDE. Finally, the course revisits stochastic gradient descent methods interpreting them in terms of SDE discretizations. By the end of the course, the student must be able to: formulate basic properties of the Wiener process define the Ito integral apply Ito's formula for stochastic differentials discretize a given SDE and check resulting approximation properties implement the Monte Carlo and Multilevel Monte Carlo methods for discretizations of SDEs apply variance reduction techniques, including the Multilevel Monte Carlo method state Kolmogorov's backward and forward equations for a given SDE control the discretization errors arising in a Monte Carlo method for the weak approximation of SDEs formulate and discretize Optimal control problems for ODEs and SDEs formulate machine learning problems and their corresponding stochastic gradient descent methods, interpreting them in terms of SDE discretizations.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwenidge Voraussetzungen: Prerequisite for exam participation: Solving of tutorial exercises

(empfohlene) Voraussetzungen	None
Literatur	Literature will be given in the lecture
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Prerequisite for exam participation: Solving of tutorial exercises The grading consists of three parts: homework problems, oral presentations and a written exam will be announced at the beginning of the course
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Raul Tempone
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	90-120 min
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Tutorial: Numerical methods for Stochastic Differential Equations with connections to Machine Learning (112135702)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Assessment: Numerical methods for Stochastic Differential Equations with connections to Machine Learning (112135701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	9	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Numerical methods for Stochastic Differential Equations with connections to Machine Learning	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	4

Modultitel	Optimierung A (Wahlpflichtfach)
Kennung	1111033
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	-
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Optimalitätskriterien für Probleme mit und ohne Nebenbedingungen, Satz von Karush-Kuhn-Tucker, Parametrische und semi-infinite Optimierung, Konvexität, Dualität, Trennungssätze, lineare Ungleichungssysteme, Constraint Qualifications, Lineare Optimierung, Simplex-Verfahren, Ellipsoid-Algorithmus von Khachyan, Karmarkar-Algorithmus. Gradienten- und Newton Verfahren, SQP-Verfahren, Konjugierte Richtungen, DFP- und BFGS-Verfahren, Nichtglatte Optimierung, Bündelmethoden, Innere-Punkte Methoden, Homotopieverfahren, Einführung in die Morse Theorie
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse in der lokalen und globalen Analyse von (nicht) linearen Optimierungsproblemen, Kenntnis moderner Methoden zur Lösung von (nicht) linearen Optimierungsproblemen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	H.Th. Jongen, P. Jonker, F. Twilt: Nonlinear Optimization in Finite Dimensions, Kluwer Verlag (2000); H.Th. Jongen, K. Meer, E. Triesch: Optimization Theory, Kluwer Verlag (2004)
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung (benotet); Prüfungsdauer und –art werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr. rer. nat. Harald Günzel
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Optimierung A (111103302)	1. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Optimierung A (111103301)	1. Semester	1. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Optimierung A	1. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Optimierung B (Wahlpflichtfach)
Kennung	1112717
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	-
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Graphentheoretische Probleme, Flüsse in Netzwerken, ganzzahlige lineare Optimierung, Komplexitätstheorie (die Klassen P und NP, NP-vollständige Probleme), Approximationsalgorithmen, probabilistische Analyse
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnis der wichtigsten algorithmischen Methoden und Struktursätze der Diskreten Optimierung, Fähigkeit zur komplexitätstheoretischen Einordnung der Optimierungsprobleme
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine ;
Literatur	H.Th. Jongen, K. Meer, E. Triesch: Optimization Theory, Kluwer Verlag (2004); B. Korte, J. Vygen: Combinatorial Optimization, Springer (2002); A. Schrijver: Combinatorial Optimization, Springer (2003)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung (benotet); Prüfungsdauer und -art werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Büsing/Koster
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Optimierung B (111271702)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Prüfungsleistung: Optimierung B (111271701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Optimierung B	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	4

Modultitel	Partielle Differentialgleichungen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1114965
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Übergreifende Inhaltsübersicht: Variationsformulierung für elliptische Probleme 2. Galerkin Technik, Lax-Milgram 3. Finite-Elemente-Verfahren für elliptische Probleme 4. Moderne iterative Verfahren: PCG, Mehrgittermethode 5. Methode der Linien für parabolische Probleme 6. Finite-Volumen-Methode 7. Sattelpunktprobleme: Stokes-Gleichungen 8. Navier-Stokes-Gleichung (inkompressibel)
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen • Verständnis für grundlegende Prinzipien bei der Diskretisierung von partiellen Differentialgleichungen entwickeln. • die Fähigkeit vertiefen, grundlegende numerische Methoden zur Lösung partieller Differentialgleichungen in ihrer Funktionsweise zu verstehen, die durch sie erreichbaren Ergebnisse einzuschätzen und darauf aufbauend in flexibler Anpassung an neue Aufgabenstellungen die Methode weiter zu entwickeln. • Diskretisierungstechniken wie Finite Elemente und Finite Volumenverfahren sicher beherrschen. • Grundtechniken aus dem Bereich iterativer Lösungsverfahren für diskretisierte partielle Differentialgleichungen sicher beherrschen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Bestandene Module Analysis I, II, III, Lineare Algebra I Eine
(empfohlene) Voraussetzungen	(Kenntnisse) Mathematische Grundlagen IV
Literatur	• Knabner, Angermann, Numerik partieller Differentialgleichungen(Springer 2000) • Elman, Silvester, Wathen, Finite Elements and Fast Iterative Solvers (Oxford University Press, 2005).
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher MathematikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Martin FrankUniversitätsprofessor Dr.techn. Joachim Schöberl
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Partielle Differentialgleichungen (111496502)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Partielle Differentialgleichungen (111496501)	2. Semester	1. Semester	9	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Partielle Differentialgleichungen	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Partielle Differentialgleichungen II (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113633
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Evolutionsgleichungen: Spezielle Gleichungen, Maximum-Prinzipien, schwache Formulierung, Existenztheorie, Regularität, Nichtlineare Gleichungen, Qualitative Theorie
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen Techniken der Analysis I - III und der Partiellen Differentialgleichungen I in einem Kerngebiet der modernen Mathematik anwenden. Es wird die Fähigkeit vermittelt, sich eigenständig in einen Themenbereich der aktuellen Forschung einzuarbeiten. Die Studierenden sollen die zentrale Rolle der Partiellen Differentialgleichungen in Natur- und Ingenieurwissenschaften kennen lernen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Bestandene Module Analysis I, II, III, Lineare Algebra I sowie Kenntnisse des Moduls Partielle Differentialgleichungen
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundkenntnisse des Moduls Partielle Differentialgleichungen I
Literatur	L.C. Evans: Partial Differential Equations, AMS 1998; M. Renardy, R. Rogers: An Introduction to Partial Differential Equations, Springer-Verlag 2004; E. Di Benedetto: Partial Differential Equations, Birkhäuser 1995; D. Henry: Geometric Theory of Semilinear Parabolic Equations, Springer-Verlag 1981; J. Smoller: Stock Waves and Reaction Diffusion Equations, Springer-Verlag 1983; G.R. Sell, Y. You: Dynamics of Evolutionary Equations, Springer-Verlag 2002
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Christof Erich Melcher Dr. rer. nat. Alfred Wagner
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0

Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Partielle Differentialgleichungen II (111363302)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Partielle Differentialgleichungen II (111363301)	1. Semester	2. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Partielle Differentialgleichungen II	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Variationsrechnung I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113554
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2006
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Euler-Lagrange-Gleichungen, eindimensionaler Variationsintegrale, Sobolev-Funktionen auf beschränkten Gebieten, Dirichlet-Prinzip, Kompaktheitskriterien, Unterhalbstetigkeit, Existenzsätze, Regularität schwacher Lösungen
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen in ein klassisches Teilgebiet der Mathematik eingeführt werden. Dazu werden Begriffe wie Minimum, Maximum und kritischer Punkt, die aus der Analysis I, II bekannt sind, erweitert und klassische eindimensionale Minimierungsaufgaben vorgestellt. Die Studierenden sollen befähigt werden, eigenständig Minimierungsprobleme zu formulieren und zu bearbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Bestandene Module Analysis I, II, III
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	G. Buttazzo, M. Giaquinta, S. Hildebrandt: One Dimensional Variational Problems, Oxford University Press 1988; U. Brechtken-Manderscheid: Einführung in die Variationsrechnung, Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1983; W. Rudin: Reelle und Komplexe Analysis, Oldenbourg Verlag 1999;
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Christof Erich Melcher Dr. rer. nat. Alfred Wagner
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0

Selbststudium (h)	180,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Variationsrechnung I (111355402)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Variationsrechnung I (111355401)	1. Semester	2. Semester	9	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Variationsrechnung I	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Variationsrechnung II (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113649
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Euler-Lagrange-Gleichungen eindimensionaler Variationsintegrale, Sobolev-Funktionen auf beschränkten Gebieten, Dirichlet-Prinzip, Kompaktheitskriterien, Unterhalb-stetigkeit, Existenzsätze, Regularität schwacher Lösungen
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen aufbauend auf der Variationsrechnung I in die mehrdimensionale Variationsrechnung eingeführt werden. Viele Beispiele in der Physik und den Ingenieurwissenschaften lassen sich als Minimierungsprobleme formulieren. Es werden grundlegende Techniken für das Auffinden von Lösungen dieser Probleme vermittelt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundkenntnisse des Moduls Variationsrechnung I
Literatur	J. Jost, X. Li-Jost: Calculus of Variations, Cambridge University Press 1998; M. Giaquinta, S. Hildebrandt: Calculus of Variations I, II, Springer-Verlag Berlin 1996; C.B. Morrey: Multiple Integrals in the Calculus of Variations, Springer-Verlag New York 1966
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgabe Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr. rer. nat. Alfred Wagner
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Variationsrechnung II (111364902)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Variationsrechnung II (111364901)	2. Semester	1. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Variationsrechnung II	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Mathematische Modelle der Natur- und Ingenieurwissenschaften (PDEs) (Wahlpflichtfach)
Kennung	1114969
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Mathematische Grundlagen 2. Kinematik 3. Feldgleichungen 4. Festkörpermechanik 5. Thermodynamik 6. Strömungslehre 7. Kinetische Gastheorie 8. Elektrodynamik 9. Magnetohydrodynamik
Lernziele/Lernergebnisse	Technisch-physikalische Prozesse, die kontinuierlich in Raum und Zeit sind, werden mit partiellen Differentialgleichungen (PDEs) beschrieben. Ziel der Vorlesung ist es die Zusammenhänge der relevanten partiellen Differentialgleichungen der angewandten Mathematik aufzuzeigen und den Prozess der Modellierung vom physikalischen Konzept über die mathematischen Gleichungen bis zum konkreten Resultat zu beherrschen. Die Vorlesung präsentiert eine zusammenhängende mathematische Herleitung und Diskussion verschiedener partieller Differentialgleichungen als Modelle für technische und naturwissenschaftliche Prozesse.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Empfohlene Voraussetzungen: " Mathematische Grundlagen I-III " Erfahrung mit Matlab/Maple/Mathematica nützlich
(empfohlene) Voraussetzungen	(Kenntnisse) Mathematische Grundlagen I-III Erfahrung mit Matlab/Maple/Mathematica nützlich
Literatur	• teilweise: R. Temam, A. Miranville, Mathematical Modeling in Continuum Mechanics, Cambridge University Press, 2000
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung und Bearbeitung von Hausaufgaben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher MathematikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Martin FrankUniversitätsprofessor Dr. Manuel Torrilhon
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5

Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Mathematische Modelle der Natur- und Ingenieurwissenschaften (PDEs) (111496902)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	5
Prüfung Mathematische Modelle der Natur- und Ingenieurwissenschaften (PDEs) (111496901)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

Modultitel	Mathematische Modelle (ODEs) (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113517
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Gewöhnliche Differentialgleichungen (ODEs) bilden die Grundlagen von vielen zeitabhängigen Prozessen in den Natur- und Ingenieurwissenschaften. Anhand verschiedener Anwendungsbeispiele wird in der Vorlesung gezeigt wie sich die mathematischen Eigenschaften von ODEs in der Modellierung wiederfinden. Mögliche Themen sind: Multi-Skalen Relaxation, Populationsmodelle, Räuber-Beute-Interaktion, Chemische Reaktionen, Newton-Mechanik, Wärmeleitung, etc.
Lernziele/Lernergebnisse	Ziel der Vorlesung ist es die qualitativen Eigenschaften von Lösungen von ODEs in der angewandten Mathematik zu verstehen und den Prozess der Modellierung vom physikalischen Konzept über die mathematischen Gleichungen bis zum konkreten Resultat zu beherrschen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mathematische Grundlagen I-III " Erfahrung mit Matlab/Maple/Mathematica nützlich
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	teilweise: K.K.Tung, Topics in Mathematical Modeling, Princeton University Press, 2007
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Prüfungsleistung: Projektarbeit, mündliche Prüfung, Hausaufgaben; Prüfungsdauer wird am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Manuel Torrilhon
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Mathematische Modelle (ODEs) (111351702)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Prüfungsleistung: Mathematische Modelle (ODEs) (111351701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mathematische Modelle (ODEs)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Adaptive Methoden für partielle Differentialgleichungen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013869
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Rückblick: konforme Finite Elemente Methoden (FEM Discontinuous Galerkin Methodengemischte und hybride FEM FehlerschätzerGrundlagen adaptive Methodenh/p-adaptive MethodenZielorientierte Adaption mittels adjungierter Methodenanisotrope Adaptionmetrikbasiere Adaptionsmethoden
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden verstehen und beherrschen fortschrittliche, insbesondere adaptive, finite Elemente Methoden für partielle Differentialgleichungen. Sie verstehen die Besonderheiten die hierbei für unterschiedliche Gleichungstypen zu beachten sind. Die Studierenden verstehen analytische Ergebnisse zu adaptiven Methoden ebenso wie Methoden zur effizienten Implementierung. Fertigkeiten und Kompetenzen: Anhand der erworbenen Kenntnisse können die Studierenden für unterschiedliche Differentialgleichungen geeignete adaptive Methoden zur numerischen Behandlung auswählen. Studierende können Computerprogramme zur Implementierung der besprochenen Methoden erstellen. Sie können aus frei verfügbaren externen Programmbibliotheken jeweils nützliche Module zur Unterstützung der Implementierung auswählen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen der numerischen Behandlung von partiellen Differentialgleichungen (insbes. finite Elemente Methoden) z.B. "Numerical Methods for PDE" [MSSiSc-1004] oder "Partielle Differentialgleichungen" [BSCES-5212/11] Programmiererfahrung Literatur: Veranstaltungsliteratur
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen der numerischen Behandlung von partiellen Differentialgleichungen (insbes. finite Elemente Methoden) z.B. "Numerical Methods for PDE" oder "Partielle Differentialgleichungen" • Programmiererfahrung
Literatur	**Veranstaltungsliteratur:** Skripte zur Vorlesung und Übung zum Download **Empfohlene weiterführende Literatur:** C. Schwab: p- and hp- finite element methods, Clarendon, 1998
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Endnote ergibt sich aus: 50 % Prüfung, 40% Projektarbeit, 10% Vortrag
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Georg May Ph. D.
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Adaptive Methoden für partielle Differentialgleichungen (401386901)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Adaptive Methoden für partielle Differentialgleichungen	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Adaptive Methoden für partielle Differentialgleichungen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Isogeometric Analysis (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011678
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Grundlagen der isogeometrischen Analyse (IGA), insbesondere in Vergleich mit der klassischen Finite-Elemente-Methode • Verfeinerungsstrategien innerhalb der IGA • Anwendung auf strukturmechanische Probleme, Wärmeleitung und Strömungsmechanik • Vergleich zu "NURBS Enchanced Finite Elements", einem zu IGA verwandten Verfahren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Verständnis der grundlegenden Vorgehensweisen bei der Modellierung in CAD-Systemen und bei der klassischen Finite-Elemente-Simulation; Verknüpfung dieser beiden Ansätze zur isogeometrischen Analyse und ihre Anwendung auf verschiedene Problemklassen (Strukturmechanik, Wärmeleitung und CFD) unter Berücksichtigung der Vor- und Nachteile. Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundlagen in numerischen Methoden " Programmierung in Matlab, Octave o.ä.
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen in numerischen Methoden • Programmierung in Matlab, Octave o.ä.
Literatur	• J. A. Cottrell, T. Hughes, Y. Bazilevs: Isogeometric Analysis - Toward Integration of CAD and FEA, Wiley, 2009 • Sevilla, R; Fernandez-Mendez, S. and Huerta A.: 3D NURBS-Enchanced Finite Element Method (NEFEM), International Journal for Numerical Methods in Engineering, 88 (2), 103-125, 2011
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung und Hausaufgaben. Die Endnote ergibt sich zu aus der mündlichen Prüfung plus Bonuspunkteregelung für Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Marek Behr Ph. D.
ECTS Credits	6

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Isogeometric Analysis (401167801)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Isogeometric Analysis	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Mehrgitterverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113441
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Iterative Löser für diskretisierte partielle Differentialgleichungen • Vorkonditionierungstechniken • Mehrgitterverfahren • Konvergenzanalyse iterativer Löser
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studierenden sollen Verständnis für grundlegende Prinzipien, wie Konvergenz, Konvergenzgeschwindigkeit und Effizienz bei iterativen Lösern für diskretisierte partielle Differentialgleichungen entwickeln. • Die Studierenden sollen die Klasse der Mehrgitterverfahren kennenlernen und die wesentlichen Eigenschaften dieser Verfahren verstehen. • Die Studierenden sollen grundlegende Theorie zur Konvergenzanalyse der Mehrgitterverfahren beherrschen. Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Elementare Kenntnisse zu Diskretisierngsverfahren für partielle Differentialgleichungen
(empfohlene) Voraussetzungen	• Elementare Kenntnisse zu Diskretisierngsverfahren für partielle Differentialgleichungen
Literatur	• Reusken (Skript) • D. Braess (Buch), Springer • W. Heckbusch (Buch), Springer
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine maximal 45-minütige mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher MathematikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Arnold Reusken
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	45

Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Mehrgitterverfahren (111344102)	1. Semester	2. Semester	0	1
Prüfung Mehrgitterverfahren (111344101)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mehrgitterverfahren	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Funktionentheorie I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113550
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Komplexe Differenzierbarkeit und Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen, Kurvenintegrale, Cauchysche Theorie, Abbildungsverhalten holomorpher Funktionen, einfach zusammenhängende Gebiete, isolierte Singularitäten, Residuensatz mit Anwendungen auf reelle Integrale, Produktdarstellungen, Gamma-Funktion, Riemannscher Abbildungssatz.
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen die Grundzüge der komplexen Analysis beherrschen und ihre Bedeutung für die reelle Analysis kennenlernen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	W. Fischer, I. Lieb: Funktionentheorie, Vieweg 2005; E. Freitag, W. Busam: Funktionentheorie, Springer-Verlag, Berlin 2000; A. Krieg: Funktionentheorie I, Skript, RWTH Aachen 2010; R. Remmert, G. Schumacher: Funktionentheorie, Springer-Verlag, Berlin 2002
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung (benotet); Prüfungsdauer und -art werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Hartmut Führ
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Funktionentheorie I (111355002)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Funktionentheorie I (111355001)	1. Semester	2. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Funktionentheorie I	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Kontrolltheorie (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113595
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	-
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Dynamische Systeme, Linearität und Zeitinvarianz, Stabilität, Steuerbarkeit, Zustandsrückführung und Stabilisierbarkeit, Beobachtbarkeit, Beobachterentwurf und Entdeckbarkeit, Frequenzbereich: Übertragungsmatrizen, Realisierungstheorie, Reglerentwurf
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen die Grundideen der Steuerung linearer Systeme verstehen, Basiswissen für die Behandlung nichtlinearer Steuerungsprobleme erwerben, Verständnis für die algebraische Analyse von Differentialgleichungen entwickeln, eine praxisnahe Anwendung der Linearen Algebra kennenlernen, die Theorie der Moduln über Hauptidealringen an einem konkreten Fall vertiefen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	D. Hinrichsen, A.J. Pritchard, Mathematical Systems Theory I, Springer 2005; J.W. Polderman, J.C. Willems, Introduction to Mathe-matical Systems Theory, Springer 1998; E.D. Sontag, Mathematical Control Theory, Springer 1990
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessorin Dr. rer. nat. Eva Zerz Universitätsprofessorin Dr. Alice Niemeyer
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Kontrolltheorie (111359502)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Kontrolltheorie (111359501)	2. Semester	1. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Kontrolltheorie	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Uncertainty Quantification (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113510
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2012
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Concepts of probability theory • Concepts of approximation theory • Spectral expansions: Karhunen-Loeve, polynomial chaos, generalized polynomial chaos • Non-intrusive methods: spectral projection, Monte-Carlo sampling, collocation • Intrusive methods: spectral Galerkin, moment methods • Connection to kinetic theory • Sensitivities and adjoints
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and comprehension of different methods for uncertainty analysis, ability to evaluate different techniques, ability to apply these methods to practical problems.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Bestandene Module Mathematische Grundlagen, Analysis I und II, Lineare Algebra I
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	D. Xiu, Numerical Methods for Stochastic Computations, Princeton University press, 2010. O.P. Le Maître, O.M. Knio, Spectral Methods for Uncertainty Quantification, Springer-Verlag, 2010. D. Xiu, Fast numerical methods for stochastic computations: a review, Commun. Comput. Phys. 5 (2009) 242-272. R.G. Ghanem, P.D. Spanos, Stochastic Finite Elements, Dover, 2012.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr. M. Bachmayr
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfungsleistung: Uncertainty Quantification (111351001)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Uncertainty Quantification	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Introduction to Transport Theory (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113439
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• From Newton's equations to Boltzmann's equation • Linear transport • Scaling issues • Properties of kinetic equations (existence &; uniqueness, H theorem) • The diffusion limit • From Boltzmann to Euler &; Navier-Stokes • Boundary layer analysis • Method of Moments • Closure techniques • Selected numerical methods
Lernziele/Lernergebnisse	With respect to the subject: • Mesoscopic and Macroscopic description of particle systems • Multiscale methods (asymtotic analysis, method of moments) • Numerical methods
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Recommended: " Analysis and linear algebra " Partial Differential Equations " Functional Analysis
(empfohlene) Voraussetzungen	None
Literatur	• Cercignani, Illner, Pulvirenti • Dautray, Lions • Pomraning • Selected papers
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Homework Written or Oral Examination (100%)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Michael Herty
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Introduction to Transport Theory (111343901)	2. Semester	1. Semester	5	0
Übung Introduction to Transport Theory (111343902)	2. Semester	1. Semester	0	-

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Introduction to Transport Theory	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Seminar Computergestützte mathematische Modellierung (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113581
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Studierenden arbeiten während der Exkusionswoche unterstützt durch Professoren und wissenschaftlichen Mitarbeitern in kleinen Teams intensiv an einer Fragestellung aus der Forschung verschiedener Institute (des Forschungszentrums Jülich) oder lokaler Firmen. Im Anschluss an die Woche präsentieren sie im Rahmen einer Abschlussveranstaltung den Problemstellern ihre Ergebnisse.
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen mit ganz konkreten mathematischen Fragestellungen interdisziplinärer Natur in Kontakt kommen. Sie erfahren so angewandte Mathematik und erhalten einen komplementären Zusatz zum Studium, sowie einen Einblick in das Forscherleben. Darüber hinaus sollen sie lernen, Ergebnisse angemessen zu formulieren und zu präsentieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse in numerischer Mathematik
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Prüfungsleistung: Referat mit schriftlicher Ausarbeitung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Benjamin Stamm
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfungsleistung: Seminar Computergestützte mathematische Modellierung (111358101)	2. Semester	1. Semester	3	2

Modultitel	Seminar: Aktuelle Themen der Numerik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113475
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Aktuelle Themen wie zum Beispiel Discontinuous Galerkin Verfahren, Adaptive Methoden und deren Analyse, Kontrollprobleme und Inverse Probleme bei partiellen Differentialgleichungen, Homogenisierung, hochdimensionale Probleme, Wavelet-, Cluster- oder Multipole-Methoden.
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen in Themenkreise und Fragestellungen der Numerik eingeführt werden, die derzeit hochaktuell sind und aufgrund ihrer Schlüsselfunktion in komplexen Anwendungen besondere Herausforderungen stellen, sowie dabei die Grundlage erwerben, in diesem Bereich neue Beiträge leisten zu können, die Fähigkeit vertiefen, moderne numerische Methoden in ihrer Funktionsweise zu verstehen, die durch sie erreichbaren Ergebnisse einzuschätzen und darauf aufbauend in flexibler Anpassung an neue Anforderungsprofile die Methode weiter zu entwickeln.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	Aktuelle Forschungsliteratur
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Anwesenheitspflicht Prüfungsleistung: Referat mit schriftlicher Ausarbeitung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Sebastian Noelle
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfungsleistung : Aktuelle Themen der Numerik I (111347501)	1. Semester	2. Semester	3	2

Modultitel	Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4015709
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master

Inhalt	• Einführung in Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen
	• Mechanische Steuerungen
	  • Maschinenelemente mechanischer Steuerungen
	  • Einsatzbeispiele für mechanische Steuerungen
	• Informationsverarbeitung in mechatronischen Systemen
	  • Grundlagen und Beispiele eingebetteter Systeme
	  • Programmierung von eingebetteten Systemen und logischen Steuerungen
	• Programmable Logic Control (PLC) und Motion Control (MC)
	  • Aufbau von Prozessrechnern
	  • Programmierung von speicherprogrammierbaren Steuerungen
	• Numerical Control 1: Aufbau, Programmierung und CAM
	  • NC-Programmierungsverfahren (manuell und werkstattorientiert)
	  • NC-Programmierung von CAM Sysemen
	• Numerical Control 2: Interpolation
	  • Struktur einer NC-Steuerung
	  • Werkzeugkorrektur, kinematische Transformation und Kompensationen
	• Regelung von Vorschubantrieben
	  • Maschinenelemente mechanischer Steuerungen
	  • Einsatzbeispiele für mechanische Steuerungen
	• Messtechnik und Sensorik
	  • Messgrößen in Produktionssystemen
	  • Lage- und Winkelmesssysteme, Strommessung, Beschleunigungs-/ Schwingungsmessung, Kraft-/Drehmomentmessung und Temperaturmessung
	• Signaldatenverarbeitung, Prozess- und Zustandsüberwachung
	  • Aufgaben der Prozess- und Zustandsüberwachung
	  • Verwendung von Sensoren und Verarbeitung von Sensorsignalen
	• Roboter und Handhabungssysteme, Robot Control (RC)
	  • Anwendungs- und Einsatzgebiete
	  • Aufbau von Kinematiken
	• Greiftechnik
	  • Standarf-Greifprinzipien
	• Mechatronisches und systemorientiertes Engineering
	  • Auslegungs- und Simulationssoftware (Antriebsauslegung und Verhaltensmodellierung)
	  • Virtuelle Inbetriebnahme

Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Somit kennen die Studierenden insbesondere • Aufbau und die Auslegung mechatronischer Systeme für Produktionsmittel • Merkmale von logischen, mechanischen, numerischen und Bewegungssteuerungen von Maschinen • Besonderheiten des Verhaltens und der Modellierung von mechatronischen Bauteilen insbesondere für die Mess- und Greiftechnik • Konzepte der Maschinensteuerung in verschiedenen Entwicklungssystemen sowie der Maschinen- und Prozessüberwachung • Anwendungsgebiete, Möglichkeiten eines industriellen Engineering-Systems und die Projektierung Dadurch sind die Studierenden in der Lage, den Aufbau mechatronischer Systeme im Anwendungsgebiet der Produktionsmittel in seiner Komplexität und seinen Zusammenhängen zu

	verstehen und in übergreifenden Konzepte von Maschinensteuerungen einzuordnen. Sie können Anwendungsgebiete erläutern und die in der Maschinen- und Prozessüberwachung erforderlichen Merkmale von Bewegungssteuerungen darlegen. Sie können zudem die Projektierung eines anwendungsnahen Problems theoretisch erklären und auf anwendungsrelevante Fragestellungen übertragen. Nicht fachbezogen: Somit können die Studierenden theoriegeleitet mechatronischer Systeme für Produktionsanlagen und industrieller Überwachungslösungen analysieren und deren Qualität im industriellen Umfeld bewerten. Mit dieser Kompetenz können sie mit eigenen kreativen Ideen und im Rahmen der Ihnen bekannten Konzepte Lösungen ableiten und den Aufbau vorgegebener Konzepte begründen. Im Sinne der Problemlösung können sie darüber hinaus Steuerungsprogramme in verschiedenen Entwicklungssystemen erstellen und deren Qualität bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Werkzeugmaschinen (Bachelor) " Grundlagen der Regelungstechnik " Grundlagen der Informationsverarbeitung Voraussetzung für (z.B. andere Module) " Automatisierungstechnik für Produktionssysteme
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Werkzeugmaschinen (Bachelor) • Grundlagen der Regelungstechnik • Grundlagen der Informationsverarbeitung Voraussetzung für (z.B. andere Module): • Automatisierungstechnik für Produktionssysteme
Literatur	Vorlesungsliteratur: • Vorlesungs- und Übungsskript als PDF Empfohlene weiterführende Literatur: • Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme Bd.1-5 von M. Weck, C.Brecher
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christian Brecher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen (401570901)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Automatisierungstechnik für Produktionssysteme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013313
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Automatisierte Produktionssysteme: Fertigung, Montage, Transport, Verpacken und Lagern • Überblick über reale Automatisierungslösungen • Aufzeigen von Kernthemen der Automatisierung an Beispielen aus der Automobil- und Verpackungsindustrie 2 • Robotik: Industrieroboter, Handhabungssysteme, Kinematiken, Greiftechnik, Logistikautomatisierung • Überblick über Varianten und Aspekte der Robotertechnik • Verkettungsmöglichkeiten von Maschinen,Transport und Lagerung 3 • RC-Technik, Roboterprogrammierung und Simulation • Eigenschaften und Besonderheiten der RC • Varianten der Programmierung • Simulationstools, Möglichkeiten und Grenzen der Simulation 4 • Vision Systeme, "Intelligente Roboter", Betriebsrichtlinien • Fortschrittliche Möglichkeiten der Roboterprogrammierung und der Mensch-Maschine-Interaktion • Kooperation zwischen Robotern • Einbindung von Betriebsrichtlinien in den Betrieb von Robotern 5 • Betrieb eines automatisierten Produktionssystems: Automatisierungspyramide • Anwendungsbeispiel eines automatisierten Produktionsprozesses: Herstellung eines beispielhaften Werkstücks • Ableiten und Illustration der Prozessschritte und der Automatisierungspyramide anhand eines konkreten Anlagenbeispiels 6 • Leittechnik und MES • Transparenz in der Fertigung • Controlling &; Monitoring der Produktion • Bedienen und Beobachten • Gegenüberstellung SPS- und PC-basierter Lösungen 7 • Industrielle Kommunikation • Unterschiedliche Bussysteme und Schnittstellen innerhalb der Automatisierungspyramide • Aufzeigen der unterschiedlichen Anforderungen • Datenvolumen und Übertragungsgeschwindigkeiten • Kommunikationsprotokolle, Plug & Play Technologien 8 • Sicherheitstechnik • Richtlinien und Normen zur Definition von sicheren Komponenten und Prozessen im Produktionsbetrieb • Sichere Steuerungen, sichere Kommunikation, sichere Sensoren 9 • Planung und Engineering von automatisierten Produktionssystemen, Teil 1 Theorie • Projektierung von Leitsystemen: von der Architektur- über die Prozessplanung bis zur Datenmodellierung • Test und Inbetriebnahme von Leitsystemen 10 • Planung und Engineering von automatisierten Produktionssystemen, Teil 1 Praxis • Darstellung eines Engineering Prozesses aus dem Bereich der Leittechnik 11 • Planung und Engineering von automatisierten Produktionssystemen, Teil 2 Theorie • Simulationsmöglichkeiten mit mechatronischen Verhaltensmodellen zur HIL und SIL Simulation 12 • Planung und Engineering von automatisierten Produktionssystemen, Teil 2 Praxis • Aufbau eines mechatronischen Verhaltensmodells einer Maschine mittels moderner Engineering Tools 13 • Supportsysteme: RFID, AR-basierter Service • Nutzen zusätzlicher, dezentraler Informationsquellen • Funktionsprinzipien und Einsatzmöglichkeiten von RFID • Informationsaufbereitung und -darstellung mittels Augmented Reality Technologien 14 • Exkursion • Besichtigung einer automatisierten Produktionsanlage in der Industrie
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Vorlesung vermittelt den Studierenden einen gesamtheitlichen Überblick über automatisierte Produktionssysteme und setzt praxisnahe Schwerpunkte, die detailliert aufgearbeitet werden. • Nach Beendigung der vertiefenden Wahlvorlesung sind die Studierenden mit weiterführenden Konzepten der Robotik und der Fertigungsleittechnik vertraut und können dieses Wissen übergreifend anwenden und auf zukünftige Problemstellungen übertragen. • Außerdem können die Studierenden die Konzepte und Prinzipien der Engineeringsysteme auf unterschiedlichen Ebenen der Automatisierungspyramide nutzbringend anwenden und sind mit den besonderen Problemstellungen der Planung typischer Automatisierungsaufgaben vertraut. • Die Präsentation einzelner zusätzlicher Themenblöcke, die im Rahmen der gesamten Automatisierung oft nicht im offensichtlichen Fokus stehen, versetzt die Studierenden in die Lage, Automatisierungssysteme ganzheitlich zu verstehen, zu beurteilen und selbst eine Auslegung vorzunehmen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

	• Bei der Bearbeitung einer Projektaufgabe werden die Studierenden im Rahmen von Kleingruppenübungen motiviert im Team Lösungsansätze steuerungstechnischer Problemstellungen zu entwickeln und unter Anleitung eine Lösung auszuarbeiten. • Sie sind in der Lage die erzielten Ergebnisse und deren Herleitung in einer Präsentation darzustellen und ihre Vorgehensweise argumentativ zu untermauern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Werkzeugmaschinen (Bachelor) " Grundlagen der Regelungstechnik " Grundlagen der Informationsverarbeitung " Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module): • Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Werkzeugmaschinen (Bachelor) • Grundlagen der Regelungstechnik • Grundlagender Informationsverarbeitung
Literatur	• Skripten zu Vorlesung und Übung • Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme Bd.1-5 von M. Weck, C.Brecher
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung und eine Projektarbeit
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christian Brecher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Automatisierungstechnik für Produktionssysteme (401331301)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Automatisierungstechnik für Produktionssysteme	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Automatisierungstechnik für Produktionssysteme	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Konstruktion von Fertigungseinrichtungen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014377
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • V1: Drehmaschine (Hersteller: DS Technologie) • Konzeptionierung und Konstruktion von Drehmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen • Ü1: Konstruktionsaufgabe 2 • V2: Bearbeitungszentrum 1 (Hersteller: Fritz Werner) • Konzeptionierung und Konstruktion 3-achsiger Bearbeitungszentren, maschinenspezifische Baugruppen • Ü2: Konstruktionsaufgabe 3 • V3: Bearbeitungszentrum 2 (Hersteller: DynaM) • Konzeptionierung und Konstruktion von Bearbeitungszentren mit Parallelkinematik, maschinenspezifische Baugruppen • Ü3: Konstruktionsaufgabe 4 • V4: Bearbeitungszentrum 3 (Hersteller: Heyligenstaedt) • Konzeptionierung und Konstruktion von Vorsatzköpfen für Bearbeitungszentren, Aufbau und Arbeitsweise von Schwenkgetrieben, maschinenspezifische Baugruppen • Ü4: Konstruktionsaufgabe 5 • V5: Bearbeitungszentrum 4 (Hersteller: Chiron) • Konzeption und Konstruktion von Werkzeugwechslern, Werkzeugschnittstellen • Ü5: Konstruktionsaufgabe 6 • V6: Werkzeugspannsysteme und Werkstückhandhabung • Aufbau und Arbeitsweisen, wirtschaftliche und praxistaugliche Lösungen • Ü6: Konstruktionsaufgabe 7 • V7: Exkursion zu Maschinenhersteller oder Anwender • Ü7: Konstruktionsaufgabe 8 • V8: Schleifmaschine 1 (Hersteller: Hauni Blohm) • Konzeptionierung und Konstruktion von Flachschleifmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen • Ü8: Konstruktionsaufgabe 9 • V9: Schleifmaschine 2 (Hersteller: Schaudt) • Konzeptionierung und Konstruktion von CNC-Außenrundschleifmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen • Ü9: Konstruktionsaufgabe 10

	• V10: Verzahnmaschine (Hersteller: Liebherr) • Konzeptionierung und Konstruktion von Verzahnmaschinen, Prinzipien der Bewegungserzeugung • Ü10: Konstruktionsaufgabe 11 • V11: Walzmaschine 1 (Axial-Gesenkwalzmaschine) • Konzeption und Konstruktion von Walzmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen • Ü11: Konstruktionsaufgabe 12 • V12: Walzmaschine 2 (Drückwalzmaschine) • Konzeption und Konstruktion von Drückwalzmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen • Ü12: Konstruktionsaufgabe 13 • V13: Reserve • Ü13: Konstruktionsaufgabe 14 • V14: Reserve • Ü14: Konstruktionsaufgabe
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die wichtigsten Werkzeugmaschinentypen. Sie verstehen deren Grundfunktionen und die für die Realisierung der Funktionen erforderlichen Maschinenbaugruppen. • Sie beherrschen die Berechnung der wichtigsten Schlüsselelemente und können diese funktions- und belastungsgerecht auslegen. • Die Studierenden können komplexere Maschinensysteme in ihre wesentliche Grundfunktionen zerlegen und die konstruktiv-mechanischen Zusammenhänge herausstellen. • Auf Basis dieser Kenntnisse können die Studierenden Lösungen für gestellte Konstruktionsaufgaben entwickeln, diese anforderungsgerecht auslegen und in einem Konstruktionsentwurf umsetzen. • Die Studierenden können diese Kenntnisse auf andere Maschinenkonzepte übertragen und deren Eingeschaften im Hinblick auf technisch-konstruktive Eigenschaften bewerten. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden durch die Konstruktionsaufgabe befähigt komplexe technische Fragestellungen zu erfassen, Problemstellungen zu identifizieren und im Team Lösungswege zu erarbeiten. • Durch die enge Zusammenarbeit in der Gruppe und mit dem Übungsbetreuer wird die kommunikative Fähigkeit jedes einzelnen gefördert. • Die Studierenden erlernen zielorientiertes Projektmanagement durch die Bearbeitung der Konstruktionsaufgabe in der Gruppe. • Durch die Ausarbeitung der gesamten Konstruktionsunterlagen vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, technische Zusammenhänge darzustellen. • Durch die Darstellung der Projektergebnisse im Rahmen der Prüfung erlernen und vertiefen sie wichtige Fähigkeiten der Präsentation und verbessern ihre kommunikative Fähigkeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Werkzeugmaschinen • Maschinenelemente
Literatur	• Werkzeugmaschinen-Atlas, Vorlesungsunterlagen am WZL erhältlich • Brecher, Weck: Werkzeugmaschinen, Band 1-2, Springer Verlag
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine mündliche Prüfung: • Vorstellung und Verteidigung der Konstruktionsaufgabe • Konstruktionserklärung anhand von Beispielen aus dem Maschinenatlas

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christian Brecher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Konstruktion von Fertigungseinrichtungen (401437701)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Konstruktion von Fertigungseinrichtungen	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Konstruktion von Fertigungseinrichtungen	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Bioprozesskinetik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011679
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Erweiterte Enzymreaktionskinetiken (Bi-uni, Ping-pong) 2 • Folgereaktionen durch mehrere Enzyme in einem Mikroorganismus oder durch mehrere Mikroorganismn 3 • Wachstum filamentöser Mikroorganismen 4 • Modellierung einer Bäckerhefe mit Crabtree - Effekt 5 • Enzymreaktionen und Fermentationen mit einer zweiten flüssigen Phase • Schwingungen in Räuber - Beute - Populationen 6 • Kultivierung phototropher Organismen (Algen) 7 • Shift- und Pulsexperimente bei Prozessen mit Produktinhibierung 8 • Selektionsdruck in kontinuierlichen Reaktionen (Chemostat, Turbidostat, Einfluss von Wandwachstum) 9 • Induktion (chemisch oder durch Temperaturshift) bei der rekombinanten Proteinproduktion 10 • Modellierung von verschiedenen Regelstrategien (pO2-stat, pH-stat, RQstat 11 • Standardisierung einer Vorkultur durch Fed-batch Betriebsführung • Bilanzierung des Wassers bzw. des Volumens bei Hochzelldichtefermentationen 12 • Verhalten von Mikroorganismen bei Limitierungen durch unterschiedliche Elemente • Zweitsubstratlimitierungen, Fed-batch und kontinuierliche Kultur mit gleichzeitiger Limitierung durch zwei Substrate 13 • Modellierung des pH-Wertes • Änderung der pH-Optima durch Immobilisierung 14 • Optimierung des Volumenverhältnisses und der Zwischeneinspeisung bei einer zweistufigen Kaskade bei einem katabolitreprimierten System

	15 • Verhalten eines Reaktors mit immobilisierten Mikroorganismen beim Auftreten von Kontaminationen • Verhalten eines Reaktors mit immobilisierten substratinhibierten Mikroorganismen beim Auftreten von sonst letalen Stoßbelastungen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen Wachstums- und Produktbildungskinetiken für typische Fermentationsprozesse mit z.B. Hefen, Algen, Pilzmycelen und können diese in mathematischen Modellen abbilden. • Die Studierenden sind in der Lage, die Wechselwirkung der menschlich beeinflussten Reaktorumgebung mit den eingesetzten Mikroorganismen geeignet in die Bioprozessmodelle zu integrieren und deren Auswirkung zu interpretieren. • Die Studierenden sind in der Lage, Reaktorkonfiguration und eingestellte oder nachgeführte Prozessbedingungen basierend auf der Bioprozesskinetik zu optimieren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Reaktionstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Reaktionstechnik
Literatur	Bailey, Ollis: Biochemical Engineering Fundamentals, Mc-Graw Hill, 1st edition, 1988.Nielsen, Villadsen, Reaction Engineering Principles, Plenum Press, 1st edition, 1994.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jochen Büchs
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Bioprozesskinetik (401167901)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Bioprozesskinetik	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Bioprozesskinetik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Energiesystemtechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013389
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung • Energieerzeugung • Wärmepumpen und Kältemaschinen • Die Wärmequelle • Thermodynamische Bewertung • Mechanische Wärmepumpen • Thermische Wärmepumpen • Offene Wärmepumpen 2 • Technik der Wärmepumpe • Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpenanlagen 3 • Projektstudie: Auslegung einer Gasmotor-Wärmepumpe 4 • Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung - (KWKK) • Gekoppelte Energieerzeugung • Thermodynamik der KWKK • Technik der KWKK 5 • Wirtschaftlichkeit • Potenziale der Kraft-Wärme-Kopplung 6 • Projektstudie: KWK in einer Industrieansiedlung, Stromgutschrift für die KWK -Versorgung eines Gebäude-Komplexes, KWK in einer Industrieansiedlung 7 • Energieverteilung • Wärmeübertrager und Speicher 8 • Warm- und Kaltwassernetze 9 • Energiemanagement • Betriebliches Energiemanagement • Kommunales Energiemanagement 10 • Industrielle Prozesswärmewirtschaft • Wärmerückgewinnung • Wärmeintegration heißer und kalter Ströme nach der Pinchtechnik • Integration externer Betriebsmittel

	11 • Integration von Wärmetechnischen Anlagen • Gestaltung von Wärmeübertragernetzwerken 12 • Fortwärmewirtschaft • Industrielle Abwärme im Raumwärmemarkt • Verstromung industrieller Fortwärme
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die wesentlichen Begriffe der Energiesystemtechnik und sind in der Lage diese richtig anzuwenden. • Die Studierenden haben Kenntnis der typischen Arbeitsabläufe in der Energiesystemtechnik und sind in der Lage diese selbstständig abzuarbeiten. • Die Studierenden kennen die Funktionsweise und Eigenschaften von Wärmepumpen und Kälteanlagen und sind in der Lage diese Anlagen für gegebene Randbedingungen auszulegen. • Die Studierenden kennen die Funktionsweise und Eigenschaften von Kraft-Wärme-Kälte Kopplungs Aggregaten und sind in der Lage diese Anlagen für gegebene Randbedingungen auszulegen. • Die Studierenden sind in der Lage Optimierungspotentiale in Industriebetrieben, bei kommunalen Energieversorgern und im Gebäudesektor zu erkennen. • Die Studierenden sind in der Lage diese Optimierungspotentiale ökologisch und ökonomisch zu bewerten. • Die Studierenden sind in der Lage Konzepte zu entwerfen, die die Nutzung dieser Potentiale ermöglichen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind in der Lage energiesystemtechnische Aufgabenstellungen selbstständig zu bearbeiten. (Methodenkompetenz) • Durch Lösen der Übungen in Kleingruppen sind die Studierenden in der Lage Aufgabenstellungen im Team zu bearbeiten. (Teamarbeit)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Energiewirtschaft
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Energiewirtschaft
Literatur	Vorlesungsskript am LTT erhältlich
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Juniorprof. Dr.-Ing. ;Niklas ;von der Aßen
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündliche Prüfung Energiesystemtechnik (401338901)	1. Semester	2. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Energiesystemtechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Energiesystemtechnik	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Bioreaktortechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010883
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung möglicher prozessbestimmender Parameter bei Bioprozessen • Grundsätzlicher Aufbau typischer Bioreaktoren, Standardabmessungen • Gängige Rührertypen und induzierte Strömungsmuster 2 • Methoden zur Leistungsmessung im Fermenter • Leistungscharakteristik verschiedener Rührer • Ne / Re - Diagramm 3 • Maßstabsabhängigkeit der Hydrodynamik • Einfluss der Reaktorgeometrie auf die Leistungscharakteristik 4 • Einfluss der Begasung auf die Leistungscharakteristik bei ein- und mehrstufigen Rührwerken • Strömungsregime bei begasten Rührkesseln 5 • Überflutung von Rührern • Gasansaugen von der Oberfläche • Blasenrezirkulation 6 • Blasen- und Tropfenkoaleszenz • Gasgehalt im Fermenter 7 • Lokale Verteilung der Energiedissipation • Nachlaufwirbel der Rührer, Gültigkeitsgrenzen der Turbulenzgesetze • Dispergierung einer zweiten Flüssigphase 8 • Relevanz und experimentelle Bestimmung der hydromechanischen Belastung von Mikroorganismen • Analogie zum Sauerstofftransfer 9 • Gas-flüssig Stofftransfer, Grundgleichungen • Experimentelle Methoden zur Bestimmung des kLa-Wertes 10 • Einflüsse verschiedener Parameter auf die maximale Sauerstofftransferkapazität • Stofftransfer in großen mehrstufigen Rührwerken 11 • Bedeutung der CO2-Abfuhr für Bioprozesse • Mischzeit und Zirkulationszeit 12

	• Viskose Systeme und nicht-newtonsches Fließverhalten 13 • Einflussfaktoren auf den Leistungseintrag in Schüttelkolben • Das "außer Phase"-Phänomen 14 • Maximale Energiedissipation in Schüttelkolben • Sauerstofftransfer in Schüttelkolben 15 • Scale-up • Ausgewählte Scale-up Beispiele
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studenten kennen die wichtigsten Reaktorkonfigurationen. • Die Studenten verstehen die grundsätzlichen Probleme bei der Reaktorauslegung und der Maßstabsvergrößerung bei Bioprozessen. • Die Studenten entwickeln eine Vorstellung des komplexen Zusammenspiels zwischen Biologie und deren Umgebung (Bioreaktor). • Die Studenten kennen die empirischen und mechanistischen Modelle zur Abschätzung dieser Umgebungsparameter und deren Einfluss auf die Biologie und können diese anwenden. • Die Studenten sind in der Lage Prozessverläufe zu interpretieren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Interdisziplinärer Austausch (Biologen / Biotechnologen / Ingenieure)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: - Reaktionstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Reaktionstechnik
Literatur	• Vorlesungsunterlagen • Liepe, 1998: Rührwerke Theoretische Grundlagen, Auslegung u. Bewertung (FH Köthen Eigenverlag)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jochen Büchs
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Bioreaktortechnik (401088301)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Bioreaktortechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Bioreaktortechnik	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Angewandte molekulare Thermodynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014361
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Introduction 2 • Foundations • Classical Thermodynamics • Statistical Mechnics 3 • Classical Mechanics 4 • Classical Electrostatics 5 • Quantum Mechanics 6 • Computer Simulation 7 • The Ideal Gas • Definition and Significance • The Canonical Partition Function • Factorization of the Molecular Partition Function • The Equation of State 8 • Mixing Properties • Individual Contributions • Equilibrium Constant 9 • Excess Function Models • General Properties • Intermolecular Potential Energ 10 • Simple Model Molecules 11 • Complex Model Molecules 12 • Equation of State Models • General Properties • Intermolecular Potential Energy 13

	• The Statistical Viral Equation • Conformal Potential Models 14 • Perturbation Models
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Vermittlung von Grundlagen aus den Fachgebieten klassische, statistische und Quantenmechanik sowie Elektrodynamik, die Anwendungen im Bereich der molekularen Thermodynamik haben. • Auf dieser breiten Grundlage wird ein umfassendes Rahmenwerk zur Ableitung von Erkenntnissen über das Verhalten fluider Systeme formuliert. • Das Rahmenwerk wird genutzt, um Stoffmodelle einzuführen, die in den Bereichen Gastechnologie, chemische Hochtemperatur-Reaktionen, Aufarbeitung von einfachen und komplexen Mischungen, bei Elektrolyt- und Biosystemen eingesetzt werden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsskript in englischer Sprache am LTT erhältlich
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Kai Leonhard
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Angewandte molekulare Thermodynamik (401436101)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Angewandte molekulare Thermodynamik	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Angewandte molekulare Thermodynamik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Energiewirtschaft (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011028
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Steigende Energiepreise und notwendige Minderungen der C02-Emissionen erfordern einen effizienten Einsatz aller zur Verfügung stehenden Energieträger. Der Wirtschaftlichkeit von Investitionen im Energiemarkt muss dabei besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. • Die ökonomische Bewertung des Einsatzes neuer und vorhandener Erzeugertechnologien ist daher ein Schwerpunkt der Veranstaltung. Im weiteren Verlauf werden die Mechanismen des nationalen und internationalen Strom-, Wärme- und Gasmarkts behandelt und die Optimierungsmethodik sowie die Regulierungsmethoden des Staats vorgestellt. • Energiekennzahlen: Zusammenhänge in der Energiewirtschaft, Globale Energiewirtschaft, Energiekennzahlen • Wirtschaftlichkeitsanalyse: Grundbegriffe der Investition und Finanzierung, Kennzahlen der Wirtschaftlichkeit, statische und dynamische Verfahren • Investition und Risiko: Risikobetrachtung- und berechnung von Investitionen • Modelle für Erzeuger: Techniken, Wirtschaftliche und technische Kennzahlen • Verbrauchermodelle und Speichertechniken: Bedarfsermittlung, Jahresdauerlinie • Speichertechniken Energiemärkte - Strommarkt: Teilnehmer des Marktes, Arten von Strommärkten , Strom gesteh ungskosten, Emissionshandel • Energiemärkte - Gas- und Wärmemarkt: Zukunftspotentiale dieser Märkte, Unterschiede zum Strommarkt, Nah- und Fernwärmenetze • Optimierung: Aufbau von Optimierungsproblemen, Lösungsverfahren (z.B. grafische, • Simplex, Branch-and-Bound}, Aufstellen und Lösen von Mixed Integer Linear Problems (MILP} • Regulierung: Einflussmöglichkeiten des Gesetzgebers, Umsetzungsbeispiele der • Einflussmöglichkeiten aus Vergangenheit und Gegenwart
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Energiewirtschaft wird im Konftiktfeld zwischen Mensch, Umwelt, und Wirtschaftlichkeit betrachtet. Die Studierenden erlernen die Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung und deren Kennzahlen mit Bezug zur Energiewirtschaft. Hierbei werden aktuelle Vorgänge am Strom-, Gas- und Wärmemärkte sowie der Regulierung durch den Staat vermittelt. Die Studierenden verstehen, wie Modelle für konventionelle und regenerative Strom- und Wärmeerzeuger und -verbraucher aufgebaut sind und lernen die Optimierung als Methode im Rahmen der Energiewirtschaft kennen. Die Betrachtung des Risikos in Investitionsentscheidungsprozessen wird mithilfe von Szenarienentwicklungen vermittelt. Fertigkeiten und Kompetenzen: • Die Studierenden können unter Anwendung verschiedener Verfahren der Investitionsrechnung die Investition in energietechnische Anlagen mithilfe von wirtschaftlichen Kennzahlen einschätzen und Investitionsentscheidungen treffen. Hierzu können sie Bedarfe von Verbrauchern berechnen und unter wirtschaftlichen, technischen und • ökologischen Randbedingungen diverse Wärme- und Stromversorgungsanlagen bewerten. Die Studierenden können das Risiko der Investitionen mithilfe von Szenarienentwicklung berechnen und einschätzen. Diese Szenarien können von den Studierenden in Modelle überführt werden. Des Weiteren können die Studierenden Optimierungsprobleme vor dem Hintergrund energiewirtschaftlicher Fragestellungen mittels verschiedener Verfahren aufstellen und lösen.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine schriftliche Prüfung • Es können Bonuspunkte für Hausaufgaben gegeben werden. Diese werden bei Durchführung in der Vorlesung vorgestellt. Die maximal erreichbare Punktzahl in der Bonuspunkteaufgabe soll 10 % der in der Klausur erreichbaren max. Punktzahl entsprechen.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dirk Müller
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Energiewirtschaft (401102801)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Energiewirtschaft	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Energiewirtschaft	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Finite Elements in Fluids (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011664
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: • Gliederung, • Geschichte der Finite-Elemente-Methode. 2 • Erhaltungssätze (1): • kinematische Beschreibung, "Arbitrary-Lagrangian-Eulerian" Beschreibung • Reynold'sche Transport-Satz. 3 • Erhaltungssätze (2): • Erhaltung von Masse, Impuls, und Energie, • Euler und Navier-Stokes Gleichungen. 4 • Grundlagen der Finite-Elemente-Methode (1): • Funktionenräume, Normen, • Poisson-Gleichung, schwache und starke Formulierung. 5 • Grundlagen der Finite-Elemente-Methode (2): • Lax-Milgram-Lemma, diskrete Formulierung, • Lemma von Cea, rechnerische Aspekte. 6 • Konvektion-Diffusions-Gleichung (1): • schwache und Galerkin Formulierung, sowie die Matrizendarstellung, • Péclet-Zahl, Diskretisierungsfehler 7 • Konvektion-Diffusions-Gleichung (2): • historiches Überblick von Stabilisierungsmethoden, • Petrov-Galerkin Formulierung. 8 • Konvektion-Diffusions-Gleichung (3): • Fehlerabschätzung, • Finite Increment Calculus, Variational Multiscale Methode 9 • Zeitdiskretisierung (1): • Theta-, Lax-Wendroff-, "leap-frog"-Methoden, • Diskretisierung der zeitabhängigen Konvektion-Diffusions-Gleichung 10 • Zeitdiskretisierung (2): • Stabilität, Genauigkeit, • Fourieranalyse.

	11 • Zeitdiskretisierung (3): • "modified-equation" Methode, • Taylor-Galerkin-Methoden. 12 • Zeitdiskretisierung (4): • Zeit-Raum-Methoden, • lineare Mehrschrittmethoden. 13 • Stokes Gleichung (1): • konstitutiver Ansatz, Randbedingungen, • "saddle-point" Aspekte. 14 • Stokes Gleichung (2): • schwache, Galerkin, und diskrete Formulierung, • LBB-Bedingung, Interpolation-Ansätze, Stabilisierung. 15 • Zeitabhängige Navier-Stokes-Gleichungen: • schwache, Galerkin und stabiliesierte Formulierung, • Zusammenfassung.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die mathematischen Grundlagen und die elementaren Konzepte, die zur Anwendung der Finiten-Elemente-Methode in der Strömungsmechanik nötig sind: Konvektion-Diffusions Gleichung, Zeitdiskretisierungsverfahren, Stokes-Gleichung, Navier-Stokes-Gleichung. • Die Studierenden wissen von den praktischen Aspekten der Finiten-Elemente-Diskretisierung bei Problemen mit mehreren Feldern. • Die Studierenden sind sich bewusst über die Probleme, die bei einer Finiten-Elemente-Diskretisierung auftreteten—durch hohe Péclet-Zahlen und schlecht gewählte Interpolationsfunktionen. • Die Studierenden verstehen das Konzept der Finiten-Elemente-Stabilisierung durch Residuum-basierte Methoden, "Finite Increment Calculus" und "Variational Multiscale" Ansätze. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden bekommen in Übungen die Erfahrung mit einem Strömungssimulationsprogramm aus der Forschung, sowie der Visualisierung von Daten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mathematische Grundlagen I-IV " Partielle Differentialgleichungen " Programmierung
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Mathematische Grundlagen I-IV • Partielle Differentialgleichungen • Programmierung
Literatur	• Donea, Huerta, "Finite Element Methods for Flow Problems"
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Marek Behr Ph. D.
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Finite Elements in Fluids (401166401)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Finite Elements in Fluids	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Finite Elements in Fluids	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Parallel Computing Methods in Computational Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011583
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Introduction: Motivation, application examples. • Computational mechanics code (1): idealization, discretization, mesh generation. • Computational mechanics code (2): equation system formation and solution, visualization. • Computer performance: memory hierarchy, current CPUs. • Scalar optimization: manual code restructuring, automatic optimization. • Introduction to parallelism: motivation, taxonomy of parallel computers. • Review of loop-level parallelism: algorithm selection, OpenMP directives, exercises, limitations. • Review of task-level parallelism: message passing, PVM and MPI implementations, MPI-2 • Good software engineering practice: code management, collaboration, performance analysis tools. • Parallel computational mechanics code (1): unstructured data decomposition, single-step gather and scatter • Parallel computational mechanics code (2): two-step gather and scatter, partitioning, reordering, renumbering • Parallel computational mechanics code (3):iterative solvers, GMRES, preconditioning • Parallel computational mechanics code (4): data decomposition libraries, structured mesh parallelization patterns • Future of supercomputing, recent developments, discussion of projects
Lernziele/Lernergebnisse	• The students are familiar with the general structure of continuum mechanics computational analysis code: finite elements, difference or volumes applied to structural or fluid mechanics problems. They can relate such general structure to own experiences. • The students are conversant in the latest scalar optimization techniques for modern cache-based microprocessors. They are aware of potential bottlenecks that can severly limit computer performance, and are trained in how to avoid them. • The students understand the need for exploiting parallelism in engineering practice and know the current developments in the field regarding both software and hardware. • The students are able to utilize OpenMP and MPI standards to obtain parallel speed-up of most typical continuum mechanics. • The students have learned how to write a short equipment funding proposal. • The students have performed literature search on some of the topics of interest and presented the results in front of the class. • The students have had hands-on experience with high-performance computing.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik " Finite Elemente in Fluiddynamik " Unix-Betriebssystem-Kenntnisse " Grundlagen der Integral- und Differentialrechnung " Programmierkenntnisse (Fortran/C)
(empfohlene) Voraussetzungen	• Strömungsmechanik • Finite Elemente in Fluiddynamik • Unix-Betriebssystem-Kenntnisse • Grundlagen der Integral- und Differentialrechnung • Programmierkenntnisse (Fortran/C)

Literatur	Vorlesungsfolien
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung und drei Referate.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Marek Behr Ph. D.
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Parallel Computing Methods in Computational Mechanics (401158301)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Parallel Computing Methods in Computational Mechanics	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Additive Fertigung in der Kunststoffverarbeitung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014414
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	- Arten der additiven Fertigung - Kategorisierungsmöglichkeiten (Darbietungsform, Wirkprinzip) - Überblick additiver Verfahren / geschichtliche Einordnung - Extrusionsverfahren: Wirkprinzipien, Anlagen- und Prozessbestandteile z.B. Fused Deposition Modeling, Freeformer - Polymerisierende Verfahren: Wirkprinzipien, Anlagen- und Prozessbestandteile z.B. Poly-Jet, CLIP, Stereolithographie - Laserbasierte Verfahren: Wirkprinzipien, Anlagen- und Prozessbestandteile z.B. selektives Lasersintern, selektives Laserschmelzen - Indirekte Fertigungsverfahren auf Basis additiv gefertigter Bauteile z.B. Vakuumgießen, Harzgießen, Keltool-Verfahren - Anwendungsmöglichkeiten der additiven Fertigung - Einordnung in den Gesamtzusammenhang aktueller Fertigungsverfahren (Spritzgießen, spanende Fertigung etc.) - Eignungsübersicht und -bewertung für verschiedene Anwendungsszenarien, anhand der Inhalt Kriterien Bauteilkomplexität, Individualisierungsmöglichkeit, Funktionsintegration, Produktionsmenge, Materialeignung - Grenzen der einzelnen Verfahren und der additiven Fertigung allgemein - zukünftiges Entwicklungspotenzial - Produktentwicklungsprozesse mit Prototypen - Additiv gefertigte Komponenten zur Kunststoffverarbeitung (SG-Werkzeuge, Düsen etc.) - Werkstofftechnik (Materialien, Haftungsmechanismen, Bauteileigenschaften etc.) - Automatisierungs- und Industrialisierungspotenzial - Geschäftsmodelle
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studierenden besitzen das Wissen über die Wesentlichen additiven Fertigungsverfahren, bezüglich Wirkprinzipien, Anlagenkomponenten und Möglichkeiten / Grenzen. • Die Studierenden verstehen das fertigungstechnische Potential und können die additiven Fertigungsverfahren sinnvoll in den Gesamtzusammenhang der etablierten kunststoffverarbeitenden und -bearbeitenden Verfahren sowie alternativen Fertigungsverfahren (Spritzgießen, spanende Fertigung, umformende Fertigung, etc.) einordnen.

	• Die Studierenden kennen die Möglichkeiten der additiven Fertigungsverfahren und können diese mit Praxisbeispielen verknüpfen (Spritzgießwerkzeugtechnik, Einbindung in die Produktentwicklung, Endbauteilfertigung, etc.) • Die Studierenden kennen Ansätze zur Industrialisierung und fertigungsrelevanten Einbindung der Anlagentechnik der additiven Fertigung (Automatisierung, Geschäftsmodelle, etc.). Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden erhalten in interaktiv gestalteten Vorlesungen und Übungen die Möglichkeit zur intensiven Diskussion über die Thematik. Dadurch können sie eigene Lösungsansätze reflektieren und ggf. bestätigen oder korrigieren. Durch die ständige Einbindung von Beispielbauteilen aus der Praxis der Kunststoffverarbeitung (Spritzgießbauteile, Bauteile aus unterschiedlichen Produktentwicklungsphasen, etc.) wird den Studierenden ein weiter Einblick in die Kunststoffverarbeitung ermöglicht. Basierend auf ihren Kenntnissen zu den verschiedenen Verfahren können sie für bestimmte Anwendungsszenarien geeignete Prozesse aus dem Bereich der additiven Fertigung auswählen und ihre Eignung für entsprechende Anforderungsprofile bewerten. Die Studierenden verfügen über einen wissenschaftlich-technischen Fachwortschatz und sind in der Lage, qualifiziert über die Thematik zu kommunizieren sowie Recherchen durchzuführen. Durch die interaktive Gestaltung sowie die systematische und vergleichende Erarbeitung der zahlreichen Verfahrensvarianten sind die Studierenden in der Lage, mit ihrer Erfahrung und ihrem Wissen Transferleistungen zu erbringen und auch neue Fragestellungen des hochaktuellen Themas der additiven Fertigung einordnen und bewerten zu können.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Kunststoffverarbeitung I, Werkstoffkunde der Kunststoffe
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Kunststoffverarbeitung I Werkstoffkunde der Kunststoffe
Literatur	Gebhardt, A: Generative Fertigungsverfahren. München: Garl HanserVerlag, 2013 Literatur Menges, G.; Michaeli, w.; Mohren, P.: Spritzgießwerkzeuge. München: Garl Hanser Verlag, 2007 Breuninger, J.; Becker, R.; Wolf, A; Rommel, SI.; Verl, A: Generative Fertigung mit Kunststoffen. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2013
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	mündlich oder schriftlich
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christian Hopmann
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Additive Fertigung in der Kunststoffverarbeitung (401441401)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Additive Fertigung in der Kunststoffverarbeitung	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Additive Fertigung in der Kunststoffverarbeitung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Industrielle Umwelttechnik und Luftreinhaltung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011012
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Einführung in der industriellen Umwelttechnik und Historie 2. Umweltrecht 3. Schadstoffe und -wirkungen 4. Primärmaßnahmen der Luftreinhaltung 5. Abscheidung von Stäuben 6. Abscheidung gasförmiger Stoffe 7. Katalytische Abgasreinigung 8. Biologische Verfahren und Nachverbrennung 9. Membranverfahren und Energiemanagement 10. Einführung in den Produktionsintegrierten Umweltschutz (PIUS) 11. PIUS in der Chemie 12. PIUS in der Food-Industrie 13. PIUS in der Textil- und Papier-Industrie 14. Abfallaufbereitung und –verwertung Evtl. Fachbezogene Exkursion Evtl. Gastvortrag Übungen
Lernziele/Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen haben die Studierenden Kenntnisse und Fähigkeiten in den Themenfeldern, die im Unterpunkt Inhalt beschrieben werden, erworben. Wissen und Verstehen: Somit kennen die Studierenden insbesondere: - Wesentliche Quellen industrieller Emissionen - Anlagen des industriellen Umweltschutzes - Rechtliche Grundlagen des Emissions- bzw. Immissionsschutzrechtes - Physikalische Grundlagen der wesentlichen Verfahren vor allem der industriellen Abgasreinigung - Sie sind selbständig in der Lage, für eine beliebige Abgasbehandlungsaufgabe in einem industriellen Prozess die notwendigen prinzipiellen Schritte auszuwählen und sinnvoll miteinander zu verschalten. - Auslegungsgrundlagen sowohl der Apparate zur Abscheidung von Stäuben und anderen festen Verunreinigungen als auch der Prozesse zur Abtrennung von Schadgasen (z.B. CO2, NOx, SO2). - Nachweismethoden - Bewertungsmethoden für Umweltrisiken von Produkten oder deren Produktionsprozesses - Ansätze zum produktionsintegrierten Umweltschutz in verschiedenen Industriebranchen Außerdem können die Studierenden die theoretischen, grundlegenden Vor- und Nachteile der End-of-pipe-Technologien und des produktionsintegrierten Umweltschutzes gegenüberstellen und vergleichen. Fertigkeiten und Kompetenzen: Anhand zahlreicher Beispiele erlangen die Studierenden die Fähigkeit, praxisnahe Fragestellungen des industriellen Umweltschutzes unter Berücksichtigung der Anforderungen aus dem Umweltrecht entwickeln, entsprechende Parameter auszuwählen und auszuwerten. Sonstige (fakultativ): Bei einer freiwilligen fachbezogenen Exkursion lernen die Studierenden ein Anwendungsbeispiel vor Ort kennen. Durch Diskussion mit den Anlagenbetreibern können praktische Fragestellungen erörtert werden, die in der Vorlesung nicht explizit behandelt werden.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Grundlagen der Luftreinhaltung, Prof. Dr.-Ing. Michael Modigell, Eigenverlag IVT (AVT) • Umweltschutztechnik, Ulrich Förster, Springer (ISBN: 978-3-540-77882-0)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 100% aus einer schriftlichen Klausur oder einer mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. Matthias Weßling
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Industrielle Umwelttechnik und Luftreinhaltung (401101201)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Industrielle Umwelttechnik und Luftreinhaltung	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Industrielle Umwelttechnik und Luftreinhaltung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Bewegungstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011601
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung • Grundlegende Zusammenhänge • Anwendungsgebiete 2 • Analyse • Klassifizierung von Bewegungsaufgaben und Struktursynthese 3 • Getriebeanalyse: 5 & 6-gliedrige Getriebe, Polbahnen 4 • Getriebeanalyse: Räumliche & spärische Getriebe 5 • Getriebesynthese: Alt'sche Totlagenkonstruktion 6 • Getriebesynthese: Mehrfache Erzeugung von Koppelkurven 7 • Rädergetriebe: Grundlagen und Anwendungen, Übersetzungsverhältnisse, Umlaufrädergetriebe, Differentialgetriebe 8 • Rädergetriebe: Radlinien, Räderkurbelgetriebe 9 • Krümmungstheorie: Satz von Euler-Savary, Satz von Bobillier 10 • Krümmungstheorie: Hartmannsche Konstruktion, Bressesche Kreise 11 • Kinetik: Kräfte und Momente 12 • Kinetik: Virtuelle Leistung, Verfahren nach Hain 13 • Rastgetriebe 14 • Synchrongetriebe 15 • Anwendungsbeispiel • Prinzipsynthese • Maßsynthese

	• Auslegung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über Auslegung und Berechnung von komplexen Bewegungssystemen. • Die Studierenden sind in der Lage eine komplexe Bewegungsaufgabe zu erfassen, beschreiben, gegebenenfalls in einfachere Einzelbewegungen zu zerlegen und in einer Anforderungsliste an die Bewegungseinrichtung zusammenzufassen. • Die Studierenden kennen die wichtigsten Merkmale der verschiedenen Getriebetypen und die verschiedenen Ordnungskriterien. • Die Studierenden sind in der Lage, ausgehend von der einer Anforderungsliste an die Bewegungseinrichtung eine Struktursynthese durchzuführen, um auf diese Weise geeignete Strukturen von Bewegungseinrichtungen auszuwählen. • Die Studierenden lernen mit Hilfe verfügbarer Katalogdaten die entsprechenden Berechnungen durchzuführen. • Die Studierenden sind mit der Kinematik ebener und räumlicher Mechanismen vertraut und können den Geschwindigkeits- und Beschleunigungszustand analysieren. • Die Studierenden sind in der Lage die Krümmungseigenschaften von Bahnkurven zu analysieren und bei der Synthese von Bewegungseinrichtungen sinnvoll einzusetzen. • Für die zu analysierenden Maschinen und Mechanismen leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen die erforderlichen Methoden und Verfahren zur Synthese und Analyse her. Sie sind damit in der Lage mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, umfassende Fragestellungen und Probleme zur Auswahl und Auslegung von Bewegungseinrichtungen aus der Industrie zu beantworten und zu lösen. Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.) • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mechanik I, II, III " Mathematik I-III und Numerische Mathematik " Elektromechanische Antriebstechni
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Mechanik I, II, III • Mathematik I-III und Numerische Mathematik • Elektromechanische Antriebstechnik
Literatur	• Kerle, H.; Corves, B.; Hüsing, M.: Einführung in die Getriebelehre. Stuttgart Leipzig Wiesbaden: B.G. Teubner Verlag, 2011. • Luck, K.; Modler, K.-H..: Getriebetechnik: Analyse, Synthese, Optimierung. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 1995.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. Burkhard Corves
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündl. Prüfung Bewegungstechnik (401160101)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Bewegungstechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Bewegungstechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Methoden der Modellierung von Turbomaschinen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011720
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Turbomaschinen spielen in weiten Teilen unseres Lebens eine bedeutende Rolle. Sie sind Antriebe nahezu aller modernen Flugzeuge, werden im Bereich der Stromerzeugung eingesetzt oder sind wichtiger Bestandteil in Anlagen der Prozessindustrie. Dabei werden immer höhere Anforderungen in Bezug auf Effizienz, Emissionen und Leistungsfähigkeit gestellt. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können ist ein tiefes Verständnis der Thermodynamik, Aerodynamik und Strukturmechanik von Turbomaschinen erforderlich. In der Entwicklung moderner Turbomaschinen spielt die numerische Simulation der Strömung eine wichtige Rolle. Durch immer komplexere Schaufelgeometrien kommen viele vereinfachte Verfahren an ihre Grenzen und eine effiziente Weiterentwicklung ist nur unter Einsatz komplexer numerischer Simulationen möglich. Ziel der Veranstaltung ist es, die grundlegenden Zusammenhänge und Methoden der numerischen Strömungsmechanik (CFD) aufzuzeigen, und dabei turbomaschinenspezifischen Aspekten ausdrückliche Aufmerksamkeit zu widmen. Im ersten Teil der Veranstaltung werden nach einer knappen Rekapitulation der Erhaltungsgleichungen der Strömungsmechanik die wesentlichen Verfahren eines CFD-Codes vom Standpunkt eines Finite-Volumen-Verfahrens entwickelt. Im Fokus steht hierbei die grundlegende mathematische Analyse der partiellen Differentialgleichungen und den daraus abgeleiteten räumlichen und zeitlichen Diskretisierungsmethoden. Zur Lösung der entstehenden linearen Gleichungssysteme werden die gebräuchlichsten iterativen Lösungsverfahren besprochen. Im zweiten Teil der Veranstaltung werden konkret turbomaschinenspezifische Aspekte näher beleuchtet. Darunter Prinzipien der Netzgenerierung, Turbulenzmodellierung und Randbedingungen.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden erlernen turbomaschinenspezifische Probleme der numerischen Strömungssimulation. • Im zweiten Teil der Vorlesung werden die Studierenden über die Limitationen und unumgänglichen Fehler der Numerik unterrichtet Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren • Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Thermodynamik 1 & 2 " Strömungsmechanik 1 & 2 " Grundlagen der Turbomaschinen " Turboverdichter und Pumpen (Auslegung von Turbomaschinen
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Thermodynamik 1 & 2 • Strömungsmechanik 1 & 2 • Grundlagen der Turbomaschinen • Turboverdichter und Pumpen (Auslegung von Turbomaschinen)
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Methoden der Modellierung von Turbomaschinen (401172001)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Methoden der Modellierung von Turbomaschinen	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Methoden der Modellierung von Turbomaschinen	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Alternative und elektrifizierte Fahrzeugantriebe (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014429
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 Definition und Motivation unkonventioneller Fahrzeugantriebe 2 Energieträger und -eigenschaften (Woche 2 und 3) 3 siehe Woche 2 4 Energiewandlungsprozesse und Umsetzung (Woche 4 und 5) Thermodynamische Energiewandlung 5 siehe Woche 4 6 Energiewandlungsprozesse und Umsetzung (Woche 6 und 7) Elektrochemische Energiewandlung (Brennstoffzelle) 7 siehe Woche 6 8 Strukturen alternativer Antriebskonzepte (Morphologie) (Woche 8 und 9) 9 siehe Woche 8 10 Fahrzeugparameter 11 Speicherung alternativer Energieträger (Woche 11 und 12) 12 siehe Woche 12 13 Energiewandler 14 Momentenwandler (Woche 14 und 15) 15 siehe Woche 14
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studierenden kennen die wichtigsten alternativen Brennverfahren von Verbrennunsmotoren wie auch die möglichen Ersatzkraftstoffe (z.B. Wasserstoff, Alkohole, Erdgas,usw.) und deren Eigenschaften. • Sie sind in der Lage, die wichtigsten Alternativen zum Verbrennungsmotor aufzuzeigen und anhand der Beurteilungskriterien für Fahrzeugantriebe darzulegen, und ihre Möglichkeiten für einen Serieneinsatz zu bewerten. • Die Studierenden kennen die wichtigsten regenerativen Antriebe als auch unkonventionelle Antiebskonzepte sowie deren Energiespeichersysteme. • Sie sind fähig, die Möglichkeiten für Regelstrategien abzuleiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Thermodynamik I/II " Grundlagen der Verbrennungsmotoren

	" Fahrzeugtechnik I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Vorraussetzungen: • Grundlagen der Verbrennungsmotoren • Fahrzeugtechnik 1 • Thermodynamik I/II
Literatur	• Vorlesungsumdruck Unkonventionelle Fahrzeugantriebe, S. Pischinger • Verbrennungskraftmaschinen I und II, S. Pischinger • ika Vorlesungsumdruck Unkonventionelle Fahrzeugantriebe, Prof. S. Gies • ika Übungssumdruck Unkonventionelle Fahrzeugantriebe, Prof. S. Gies
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Alternative und elektrifizierte Fahrzeugantriebe (401442901)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Alternative und elektrifizierte Fahrzeugantriebe	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Alternative und elektrifizierte Fahrzeugantriebe	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014388
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Anforderungen an den Automobilingenieur • Umfeld der Automobilindustrie 2 • Einführung in die Fahrzeugsicherheit • Unfallanalyse 3 • Beleuchtung • Klimatisierung, Glas 4 • Sichtkonzeption, • Bedienkonzeption 5 • Fahrerassistenzsysteme - Einführung, Gliederung von FAS 6 • Fahrerassistenzsysteme - Sensoren und Aktuatoren 7 • Fahrerassistenzsysteme - Applikationen 8 • Längs- und Querdynamikregelung 9 • Längs- und Querdynamikregelung 10 • Biomechanik • Fußgängerschutz 11 • Rückhaltesysteme 12 • Pre-Crash • Post-Crash 13 • Anforderung an die Systemintegrität 14 • Virtuelle Realität 15

	• Fahrerassistenzsysteme im Nutzfahrzeug
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Den Studierenden sind die Grundlagen der Unfallanalyse bekannt. • Den Studierenden sind die Anforderungen an Fahrerassistenzysteme bekannt • Ihnen sind die regelungstechnischen Grundlagen bekannt und sie können elementare Modellansätze zur Analyse von FAS-Szenarien aufstellen. • Die Studierenden sind mit dem Regelkreis Fahrer - Fahrzeug - Umwelt vertraut und kennen die Aufgaben des Fahrers bzgl. der Fahrzeugführung Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Prüfungen erfolgreich abgelegt: - Fahrzeugtechnik I, II - Regelungstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Prüfungen erfolgreich abgelegt: - Fahrzeugtechnik I, II - Regelungstechnik
Literatur	Übungsumdruck
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit (401438801)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014379
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Fahrzeugbauweisen • Einteilung in unterschiedliche Fahrzeugklassen • Definition unterschiedlicher Aufbauarten 2 • Plattformen, Module und Package • Erläuterung der Plattformstrategie • Definition von Modulbauweisen 3 • Aerodynamik und Design • Einflüsse auf verschiedene Fahrzeugaspekte • Gestaltung des Fahrzeuginnenraums 4 • Struktursteifigkeiten und Verbindungsmöglichkeiten • Belastungen der Karosserie im Fahrbetrieb • Erläuterung unterschiedlicher Fügeverfahren 5 • Leichtbaumaßnahmen • Leichtbauwerkstoffe • Konstruktiver Leichtbau und dessen Grenzen 6 • Konstruktive Gestaltung von Fahrzeug-Karosserien • Definition unterschiedlicher Strukturelemente 7 • Betriebsfestigkeit • Erläuterung der Ermüdungsfestigkeit • Bauteilbeanspruchung 8 • Funktions- und Dauererprobung • Untersuchung eines Betriebsfestigkeitsnachweises • Beschreibung unterschiedlicher Prüfanlagen 9 • FEM-Analyse und Crashberechnung • FEM bei der Strukturanalyse • Computergestütze Optimierung 10 • Passive Sicherheit, Energieabsorption und Deformation • Grundlagen der passiven Sicherheit • Energieabsorption unterschiedlicher Strukturbauteile und Kompatibilität

	11 • Frontalcrash und Seitencrash • Europäische und amerikanische Crashkonfigurationen 12 • sonst. Crashkonfigurationen • weitere Crashnormen • Erläuterung der Versuchstechnik
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen unterschiedliche Aspekte, die mit der konstruktiven Gestaltung und den Anforderungen an Karosseriestrukturen einhergehen. • Die Studierenden kennen die verschiedenen Anforderungen an unterschiedlichste Fahrzeugtypen. • Die Studierenden kennen und wissen die Einsatzmöglichkeiten verschiedener Prüfstände und Versuchstechniken für Strukturuntersuchungen. • Die Studierenden kennen verschiedene Fügeverfahren und die zugehörigen Einsatzbedingungen. • Die Studierenden kennen die Einsatzmöglichkeiten von Dauerprobungen und können die daraus resultierenden Ergbenisse interpretieren. • Die Studierem kennen die Einsatzmöglichkeiten von computergestützter Auslegung von Bauteilen und wissen unterschiedliche Aspekte der Komponentenoptimierung mittels Simulation. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren und geeignete Lösungen entsprehenden den gegebenen Randbedingungen zu formulieren. • Während der Übungseinheiten wird zwischen den Übungsleitern und den Studierenden ein Dialog geführt, währenddessen eine Lösungsfindung durchgeführt wird. • Zur Lösungsfindung gegebener Problemstellungen werden in Kleingruppen entsprechende Ansätze erarbeitet.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Skript zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen (401437901)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Grundlagen der Maschinen und Strukturdynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011019
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung • Grundlegende Zusammenhänge • Anwendungsgebiete 2 • Dynamische Ersatzsysteme • Bauteile • Baugruppen 3 • Eigenverhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit einem Freiheitsgrad • Gedämpfte freie Schwingungen • Längsschwinger mit trockener Reibung 4 • Verhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit einem Freiheitsgrad bei Zwangserregung • Harmonische Krafterregung mit frequenzunabhängiger Amplitude • Unwuchterregung • Wegerregung 5 • Verhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit einem Freiheitsgrad bei Zwangserregung • Fahrzeugschwingungen • Seismische Erregung • Allg. periodische Erregung 6 • Auswuchten starrer und elastischer Rotoren • Anwendungen und Grundlagen • Unwuchtdarstellungen • Ermittlung und Ausgleich von Unwuchten 7 • Auswuchten starrer und elastischer Rotoren • Unwuchtmessungen • Unwuchtgüte 8 • Eigenverhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit mehreren Freiheitsgraden • Näherungsweise Bestimmung der Eigenkreisfrequenzen • Exakte Eigenkreisfrequenzen 9 • Eigenverhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit mehreren Freiheitsgraden • Zustandsgleichungen • Eigenwertproblem

	10 • Verhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit mehreren Freiheitsgraden bei Zwangserregung • Zustandsgleichungen • Frequenzgangsmatrix • Amplituden und Phasenfrequenzgang 11 • Biegekritische Drehzahlen: • Welle mit einer Scheibe • Welle mit einer oder mehreren Scheiben 12 • Selbsterregte Schwingungssysteme • Selbsterregte Reibungsschwingungen • Aerodynamisch selbsterregte Schwingungen 13 • Verhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit mehreren Freiheitsgraden bei Parametererregung • Zahnradgetriebe • Hubkolbenmaschine 14 • Einführung in MKS-Simulationsprogramme • ADAMS • SIMPACK • SimMechanics 15 • Anwendungsbeispiel • Schwingungsanalyse • Maßnahmen zur Schwingungsvermeidung • Auslegung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über die Grundlagen der Maschinendynamik. • Die Studierenden sind in der Lage ein Schwingungssystem zu erfassen, zu beschreiben und einer Analyse zuzuführen. • Die Studierenden kennen die wichtigsten Merkmale der verschiedenen Schwingungssysteme und sind in der Lage die für das jeweilige Schwingungssystem die passenden Auslegungsverfahren anzuwenden. • Die Studierenden sind fähig, den Unwuchtzustand eines Rotors zu beschreiben und die für das vollständige Auswuchten erforderlichen Ausgleichsunwuchten zu bestimmen. • Die Studierenden kennen die Verfahren zur exakten und näherungsweisen Bestimmung von Eigenfrequenzen. • Die Studenten kennen den Unterschied zwischen Bewegungsgleichungen und Zustandsgleichungen. • Für die zu analysierenden Maschinen und Schwingungssysteme leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen die erforderlichen Methoden und Verfahren zur Synthese und Analyse her. Sie sind damit in der Lage mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, umfassende Fragestellungen und Probleme zur Auswahl und Auslegung von Schwingungssystemen aus der Industrie zu beantworten und zu lösen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mechanik I,II,III " Mathematik I, II, III und numerische Mathematik
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) • Mechanik I,II,III • Mathematik I bis III und numerische Mathematik Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Grundlagen der Maschinen- und Strukturdynamik

Literatur	• Dresig, H.; Holzweißig, F.: Maschinendynamik. Springer-Verlag Berling Heidelberg New York, 6. Auflage 2005, 526 Seiten, mit 60 Aufgaben und Lösungen, ISBN 3-540-01362-8 • Dresig, H.: Schwingungen mechanischer Antriebssysteme. Springer-Verlag Berlin u.a., 2001 • Gasch, R.; Nordmann, R.; Pfützner, H.: Rotordynamik. Springerverlag Berlin u.a., 2. vollständig neubearbeitete und erweiterte Auflage 2002, 705 Seiten, ISBN 3-540-41240-9 • Pfeiffer, F.: Einführung in die Dynamik. Teubner, 1992 Magnus, K.; Popp, K.: Schwingungen, Teubner Verlag, 2002 • Ulbrich, H: Maschinendynamik, Teubner Verlag, 1996 VDI-Richtlinie 2149: Getriebedynamik Blatt 1: Starrkörper-Mechanismen, dt./engl., 72 Seiten, Nov. 1999
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. Burkhard Corves
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen der Maschinen und Strukturdynamik (401101901)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Grundlagen der Maschinen- und Strukturdynamik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Grundlagen der Maschinen- und Strukturdynamik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Luftfahrtantriebe II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011608
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Moderne Luftfahrtantriebe spielen im weltweiten Personen- und Warenverkehr eine bedeutende Rolle. Flugzeuge sind fester Bestandteil unserer modernen Infrastruktur und benötigen für einen profitablen Einsatz hoch effiziente und leistungsstarke Triebwerke. Um diese Anforderungen erfüllen zu können, ist ein tiefes Verständnis der Aero- und Thermodynamik in den unterschiedlichen Luftfahrtantrieben erforderlich. Die Vorlesung Luftfahrtantriebe II baut auf der Vorlesung Luftfahrtantriebe I auf. Die Grundlegenden Erkenntnisse aus Luftfahrtantriebe I werden auf aktuelle Triebwerkskonzepte, wie z.B. das Zweistrom-Turbinen-Luftstrahl-Triebwerk (Turbofan) und das Propeller-Turbinen-Luftstrahl-Triebwerk (Turboprop), angewendet. Dabei orientiert sich das Vorlesungskonzept weiter an dem analytischen Charakter der vorangegangenen Vorlesung. Alle Zusammenhänge werden nachvollziehbar analytisch hergeleitet und wichtige Auslegungs- und Betriebsparameter abgeleitet. Ebenso ist der Vergleich der vermittelten Berechnungsmethoden mit gängiger Performance Software Inhalt der Vorlesung. Neben den Gesamtsystembetrachtungen werden im Rahmen von Luftfahrtantriebe II ; auch die einzelnen Komponenten der verschiedenen Triebwerkskonzepte im Detail betrachtet. Dabei stehen die Funktionsweisen und wichtigsten Betriebsparameter der Komponenten im Fokus.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen den Aufbau und die Funktionsweise der unterschiedlichen Triebwerksbauarten • Sie sind in der Lage die aerothermodynamischen Zusammenhänge zu erkennen und zu erklären • Sie können die aerothermodynamischen Gesetze auf die Problemstellungen bei der Nachrechnung von Triebwerken anwenden Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren • Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Thermodynamik " Strömungsmechanik I " Grundlagen der Turbomaschinen " Luftfahrtantriebe I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Thermodynamik • Strömungsmechanik I • Grundlagen der Turbomaschinen • Luftfahrtantriebe I
Literatur	• Koschel, W. und Niehuis, R.: Luftfahrtantriebe II, Vorlesungsumdruck • Münzberg, H.G.: Flugantriebe, Springer Verlag Berlin 1972
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur. Die Endnote setzt sich zu 100% aus der Klausurnote zusammen. Bonuspunktregelung: Durch erfolgreiches Bearbeiten der Zwischenprüfung können bis zu 5% Bonuspunkte bezogen auf die reguläre Klausur erreicht werden.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Luftfahrtantriebe II (401160801)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Luftfahrtantriebe II	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Luftfahrtantriebe II	1. Semester	2. Semester	-	2
Bonuspunkteprüfung Luftfahrtantriebe II	1. Semester	2. Semester	-	0

Modultitel	Reaktionstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014422
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Zukünftige Änderung der Rohstoffbasis und der chemischen Routen zur Herstellung von Chemikalien • Biologische und chemische Prozesse, jeweilige typische Vor- und Nachteile • Notwendigkeit zur Beschreibung, Modellierung und Simulation von kinetischen Phänomenen 2 • Unstrukturierte, strukturierte, segregierte Modelle von kinetischen Phänomenen • Klassifizierung von Reaktionen: homogene, heterogene Reaktionen, Chemische Katalysatoren, Typen von Biokatalysatoren • Reaktionsordnungen 3 • Kinetik chemischer und biologischer Elementarreaktionen • Limitierungen, Inhibierungen, Aktivierungen • Verschiedene Phasen des Wachstums von Mikroorganismen, Mathematische Ansätze zu deren Beschreibung 4 • Reaktionsstöchiometrien chemischer und biologischer Reaktion • aerobe/anaerobe Reaktionen: respiratorischer Quotient 5 • Reaktionswärmen • Batch-, kontinuierliche Reaktoren, Vor- und Nachteile 6 • Herleitung der Bilanzen für Reaktoren mit Rückführungen • Bilanzen für Reaktoren mit Zuführungen: fed-batch-Reaktor 7 • Reaktoren mit immobilisierten Katalysatoren, Katalysatoren mit Diffusionswiderständen • Thiele Modulus 8 • Instationäre Zustände und Reaktionen • Mehrkomponenten-Reaktionen 9 • Einfluss des pH-Wertes auf biologische Reaktionen • Temperatureinfluss auf biologische und chemische Reaktionen 10 • Einfluss des osmotischen Druckes auf biologische Reaktionen • Eduktüberschuss-, Produkt- und Nebenprodukt-Inhibierungen 11 • Parallelreaktionen • Sequentielle Reaktionen

	12 • Verhalten von Reaktionssystemen mit Eduktüberschuss-, Produktinhibierung oder Katabolitrepression im Fed-batch 13 • Kinetische Beschreibung von Bioprozessen mit Katalysatorrückführung • Beschreibung von Prozessen unterschiedlicher Kinetik mit Reaktorkaskadierung 14 • Interaktion von Reaktion und Stofftransport 15 • Regelungsstrategien
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind fähig, die Bedeutung der Kinetik für chemische und biologische Prozesse zu interpretieren und in Bezug zur Gleichgewichtsthermodynamik zu setzen. • Die Studierenden können grundlegende kinetische Begriffe definieren und wesentlich kinetische Phänomene beschreiben. • Die Studierenden können die unterschiedlichen Zeitskalen von Elementarprozessen einschätzen und in Modellen adäquat berücksichtigen. • Die Studierenden kennen verschiedene Optimierungsziele und können diese situationsbedingt anwenden. • Die Studierenden können die Gesamtkinetik von biologischen und chemischen Reaktionen aus der Überlagerung von kinetischen Einzelreaktionsprozessen ableiten. • Die Studierenden kennen typische Reaktorkonfigurationen und können für beispielhafte Prozesse optimale Reaktorkonfigurationen und Reaktorbetriebsweisen herleiten und beurteilen. • Die Studierenden lernen wesentliche Beispiele für homogene, heterogene, enzymatische und Ganzzell-Katalyse kennen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können mit Simulationswerkzeugen umgehen. • Die Studierenden sind in der Lage, komplexe Gesamtprozesse systematisch in Teilprobleme zu zerlegen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Levenspiel: Chemical Reaction Engineering, Wiley & Sons, 3rd edition, 1999. • Bailey, Ollis: Biochemical Engineering Fundamentals, McGraw-Hill, 1st edition 1988 • Vorlesungsunterlagen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jochen Büchs
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Reaktionstechnik (401442201)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Reaktionstechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Reaktionstechnik	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Maschinendynamik starrer Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010947
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master

Inhalt	1
	• Einführung
	• Grundlegende Zusammenhänge
	• Ebene Kinematik und Dynamik von Starrkörpern
	2
	• Dynamische Kraftanalyse ebener Starrkörper mit geschlossenen kinematischen Ketten: Graphische Methoden
	3
	• Dynamische Kraftanalyse ebener Starrkörper mit geschlossenen kinematischen Ketten: Analytische Methoden
	4
	• Bewegungsanalyse ebene Mechanismen mit Starrkörpern
	  • Systeme ohne Reibung
	  • Systeme mit Reibung
	5
	• Kinematik und Dynamik einer Einzylinderhubkolbenmaschine
	• Dynamisches Ersatzsystems des Pleuels
	• Umlaufmoment einer Einzylinderhubkolbenmaschine
	6
	• Dynamik von Mechanismen mit elastischen Gliedern
	7
	• Massenausgleich von Einzylinderhubkolbenmaschinen
	  • Ermittlung der Trägheitskräfte
	  • Ausgleich der Trägheitskräfte
	  • Ermittlung der Trägheitsmomente
	  • Ausgleich der Trägheitsmomente
	8
	• Massenausgleich von Mehrzylinder-Maschinen:
	  • Rechnerische Ermittlung der Trägheitskräfte
	  • Graphische Ermittlung der Trägheitskräfte
	  • Ermittlung der Trägheitsmomente
	9
	• Momentenausgleich von Mehrzylinderhubkolbenmaschinen
	10
	• Einführung in den Leistungsausgleich von Mechanismen und Hubkolbenmaschinen
	• Aufstellen der Leistungsbilanz
	11
	• Bewegungsgleichung
	  • Äußere Kräfte und Momente
	  • Kinetische Energie

	• Potentielle Energie 12 • Allgemeine Lösung der Bewegungsgleichung • Lösung der Bewegungsgleichung mit konstanten Massenträgheitsmoment • Lösung der Bewegungsgleichung für konstante Antriebswinkelgeschwindigkeit • Lösung der Bewegungsgleichung für eine vorgegebene Bewegung • Lösung der Bewegungsgleichung für konstante Energien 13 • Verlauf der Kurbel-Winkelgeschwindigkeit • Ungleichförmigkeitsgrad 14 • Einfluss des Schwungrades auf den Winkelgeschwindigkeitsverlauf der Kurbel • Graphische Schwungradermittlung 15 • Analytische Schwungradermittlung • Nähungsweise Ermittlung des Schwungrad-Massenträgheitsmomentes
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über die Massenkräfte und Massenmomente von Einzylinder- und Mehrzylinderhubkolbenmaschinen. • Die Studierenden kennen die wesentlichen Möglichkeiten des Massen- und Leistungsausgleich von Hubkolbenmaschinen und anderen mehrgliedrigen Drehgelenkgetrieben. • Die Studierenden sind fähig, bei Mechanismen und Maschinen mit zu großen Massenkräften, geeignete Ausgleichmaßnahmen vorzuschlagen, die entsprechenden Berechnungen durchzuführen und dabei die Ausgleichsmaßnahme komplett auszulegen. Dabei sind sie sich der Kompromisse bewusst, die hinsichtlich der anwachsenden Gelenkkräfte und Antriebsmomente gegenüber der Reduzierung der Massenkräfte einzugehen sind. • Die Studierenden kennen die wesentlichen Zusammenhänge, die zu Drehzahlschwankungen infolge nicht konstanter und auf die Antriebwelle bezogener Massenträgheitsmomente und veränderlicher Leistungszufuhr entstehen. Dabei sind sie in der Lage die jeweils wesentlichen Einflussfaktoren aufzugliedern und hieraus geeignete Maßnahmen zum Leistungsausgleich festzulegen. • Für zu analysierende Maschinen und Mechanismen leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen erforderliche Bestimmungsgleichung zum Massen- und Leistungsausgleich her. Sie sind damit in der Lage mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, jegliche Fragestellungen und Probleme zum Massen- und Leistungsausgleichs aus der Industrie zu beantworten und zu lösen. • Die Studierenden sind fähig aus einer dynamischen Analyse, praktische und innovative Handlungsanweisungen zum Massen- und Leistungsausgleich herzuleiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen : " Mechanik I,II,III " Mathematik I bis III und Numerische Mathematik
(empfohlene) Voraussetzungen	• Mechanik I,II,III • Mathematik I bis III und numerische Mathematik
Literatur	• Dresig, H.; Holzweißig, F.: Maschinendynamik. Springer-Verlag Berling Heidelberg New York, 6. Auflage 2005, 526 Seiten, mit 60 Aufgaben und Lösungen, ISBN 3-540-01362-8 • VDI-Richtlinie 2149: Getriebedynamik (Fachausschuss A204, Ltng. Prof. Dresig) Blatt 1: Starrkörper-Mechanismen, dt./engl., 72 Seiten, Nov. 1999 • Dresig, H.: Schwingungen mechanischer Antriebssysteme. Springer-Verlag Berlin u.a., 2001 • Gasch, R.; Nordemann, R.; Pfützner, H.: Rotordynamik. Springerverlag Berlin u.a., 2. vollständig neubearbeitete und erweiterte Auflage 2002, 705 Seiten, ISBN 3-540-41240-9 • Pfeiffer, F.: Einführung in die Dynamik. Teubner, 1992 • Magnus, K.; Popp, K.: Schwingungen, Teubner Verlag, 2002 • Heimann, B.; Gerth, W.; Popp, K.: Mechatronik. Fachbuchverlag Leipzig, 1998, 2. Auflage 2002 • Ulbrich, H: Maschinendynamik, Teubner Verlag, 1996
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur

Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr.-Ing. Mathias Hüsing Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. Burkhard Corves
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Maschinendynamik starrer Systeme (401094701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Maschinendynamik starrer Systeme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Maschinendynamik starrer Systeme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Continuum Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012505
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Materielle Körper, Konfigurationen, Koordinaten • Starrkörperbewegung 2 • Deformationsgradient 3 • Verformungen von Flächen- und Volumenelementen • Verschiebung, Verzerrung und Scherung 4 • Spektralzerlegung symmetrischer Tensoren • Verzerrungsinvarianten 5 • Polarzerlegung des Deformationsgradienten, Strecktensoren 6 • Verallgemeinerte Verzerrungen • Deformationsgeschwindigkeitsgradient 7 • Cauchy-Spannungstensor 8 • Impulserhaltungssatz 9 • Skalare Form des Impulserhaltungssatzes 10 • Momentenerhaltungssatz 11 • Erhaltungsatz der mechanischen Energie • Konjugierte Spannungs-Verzerrungs-Größen 12 • Konstitutive Theorie, Noll-Axiome • Materielle Objektivität 13 • Konstituitive Beziehungen, „Einfache“ Materialien • Elastische Materialien 14 • Materialsymmetrie, isotrope Materialen • Hyperelastische Materialien

	15 • Übungsklausur
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Durch die Lehrveranstaltung erhalten die Studierenden grundlegende Kenntnisse der Kontinuumsmechanik die durch praxisnahe Übungen gefestigt werden. Die Studierenden... • können Verzerrungs- und Spannungszustände, infolge großer elastischer Verformungen beschreiben. • sind in der Lage, Verzerrungs- und Spannungstensoren zu berechnen. • können Bilanzgleichungen für verschiedene Problemstellungen formulieren und anwenden. • kennen die Prinzipien der konstitutiven Theorie. • können einfache Materialgesetze formulieren und anwenden. • sind fähig, moderne Literatur zur Kontinuumsmechanik zu lesen. Im Zusammenhang mit der Lehrveranstaltung wenden die Studierenden die moderne absolute Schreibweise für Tensoren an. Bei der Lösung praktischer Beispiele sind Sie in der Lage, sowohl kartesische als auch beliebige krummlinige Koordinaten anzuwenden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten. • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: "Englisch "Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Englisch • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I
Literatur	• Ogden, R.W. Non-linear Elastic Deformations, Ellis Harwood Ltd. (1984) • Basar, Y., Weichert D. Nonlinear Continuum Mechanics of Solids, Springer (2000)
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Continuum Mechanics (401250501)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Continuum Mechanics	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Continuum Mechanics	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014349
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Begriff des Vektorraums, Endlichdimensionale Vektorräume • Geometrische Darstellung von Vektoren 2 • Beispiele von verschiedenen Vektorräumen Basis und Dimension eines Vektorraums 3 • Vektorkomponenten, Summationskonvention • Skalarprodukt von Vektoren, Euklidischer Raum 4 • Orthonormale Basis • Dualbasis 5 • Tensoren zweiter Stufe als lineare Abbildung • Rechte und linke Abbildung 6 • Tensorprodukt 7 • Basisdarstellung eines Tensors 8 • Basiswechsel, Transformationsregeln 9 • Spezielle Operationen mit Tensoren zweiter Stufe • Tensorfunktionen, exponentielle Tensorfunktion 10 • Transponierung von Tensoren, symmetrische und schiefsymmetrische Tensoren • Invertierung von Tensoren 11 • Skalarprodukt von Tensoren • Zerlegung von Tensoren zweiter Stufe 12 • Vektor- und tensorwertige Funktionen, Differentialrechnung 13 • Koordinaten im Euklidischen Raum, Tangentenvektoren • Koordinatentransformation, kovariante und kontravariante Komponenten 14 • Gradient, kovariante Ableitung

	• Christoffelsymbole, Darstellung der kovarianten Ableitung 15 • Übungsklausur
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Die Tensor Algebra ist die Sprache der modernen Kontinuumsmechanik und der Materialmodellierung. Die Studierenden... • sind fähig, moderne wissenschaftliche Literatur der Materialtheorie und Kontinuumsmechanik zu lesen und zu verstehen. • sind in der Lage, Tensorgleichungen in der Absolutschreibweise als auch in der Index-Notation zu formulieren und zu interpretieren. • können die theoretischen Konzepte der Tensorrechnung auf reale Problemstellungen übertragen und numerisch implementieren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten. • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Englisch Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...): " Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Englisch Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...): • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II
Literatur	• Halmos, P.R. Finite-Dimensional Vector Spaces. Van Nostrand, New York, 1958. • Itskov, M. Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers with Applications to Continuum Mechanics, Springer (2007, to appear).
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I (401434901)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011488
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Dreidimensionale Vektorfelder • Divergenz und Rotation 2 • Eigenwertproblem von Tensoren zweiter Stufe • Eigenwerte und Eigenvektoren 3 • Charakteristisches Polynom • Hauptinvarianten von Tensoren zweiter Stufe 4 • Beziehungen zwischen Hauptinvarianten, Hauptspuren und Eigenwerten 5 • Spektraldarstellung und Eigenprojektionen • Spektrale Zerlegung eines symmetrischen Tensors 6 • Cayley-Hamilton Theorem 7 • Skalarwertige isotrope Tensorfunktonen • Darstellungen von isotropen Tensorfunktionen 8 • Skalarwertige anisotrope Tensorfunktonen • Rychlewski-Theorem 9 • Materialsymmetrie • Isotrope, transversale isotrope und orthotrope Materialien 10 • Ableitungen von skalarwertigen isotropen Tensorfunktonen • Differentationsregeln für Tensoren 11 • Ableitungen von Hauptinvarianten, Hauptspuren und Eigenwerten von Tensoren zweiter Stufe 12 • Konstitutive Beziehungen für hyperelastische Materialien 13 • Tensorwertige isotrope Tensorfunktionen • Darstellungssatz 14

	• Beispiele von konstitutive Beziehungen für isotrope und anisotrope elastische Materialien 15 • Übungsklausur
Lernziele/Lernergebnisse	Ergänzend zum ersten Teil der Lehrveranstaltung erhalten die Studierenden einen Einblick in die moderne Differentialgeometrie und Materialmodellierung. Die Studierenden... • lernen die Begriffe Materialsymmetrie, Isotropie, Ansiotropie • sind in der Lage, konstitutive Beziehungen für isotrope und anistrope Materialien (wie z.B. Faserverstärkte Kunststoffe oder biologischer Gewebe) zu formulieren. • können unter Anwendung der Feldtheorie und Differentialrechnung verschiedene Gleichgewichtsbeziehungen sowohl in der Absolutschreibweise als auch in der Index- Notation formulieren. • können die theoretischen Konzepte der Materialmodellierung auf reale Problemstellungen übertragen und numerisch implementieren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten. • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I " Englisch
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I • Englisch
Literatur	• Halmos, P.R. Finite-Dimensional Vector Spaces. Van Nostrand, New York, 1958. • Itskov, M. Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers with Applications to Continuum Mechanics, Springer, 2007.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II (401148801)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Kosten und Wirtschaftlichkeit von Bioprozessen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014424
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Prozess- und Kostenmodelle • Aussagekraft von Bioprozessmodellen 2 • Kostenschätzung im Investitionsprojekt • Inhalte von Projektstudien 3 • Methoden zur Schätzung von Herstellkosten • Fließbildern und Massen- und Energiebilanzen • Personalkostenschätzung 4 • Methoden zur Schätzung von Investitionskosten • detaillierte Methoden vs. Regressionsgleichungen • Kostenfaktoren 5 • Kenngrößen der Wirtschaftlichkeit • Abschreibung, Steuern, Cash-flow • Break-Even, ROI, Amortisationszeit 6 • Dispositionsrechnungen • Deckungsbeitragsmethode • Anlagenkapazität 7 • Betrachtung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten • Gestaltung der Forschungspipeline 8 • (Übung) Einführung in SuperProDesigner • Flowsheeting, Definition des Prozesses • Beispiel: Herstellung eines monoklonalen Antikörpers 9 • (Übung) Einführung in SuperProDesigner II • Anwendung zur Wirtschaftlichkeitsberechnung • Eingangsgrößen, Interpretation • Beispiel: Herstellung eines monoklonalen Antikörpers 10 • (Übung) Sensitivitätsanalysen • Variation von Rohmaterialkosten und Verkaufspreis • Beispiel: Humaninsulinproduktion 11

	• (Übung) Sensitivitätsanalysen • Anlagendurchsatz und Lizensierung • Beispiel: Humaninsulinproduktion 12 • (Übung) Vergleich von Kostenschätzungsmethoden • Schwerpunkt manuelle Methoden • Beispiel: beta-Galactosidase-Anlage 13 • (Übung) Vergleich von Kostenschätzungsmethoden • Schwerpunkt PC-basierte Methode und Diskussion • Beispiel: beta-Galactosidase-Anlage 14 • (Übung) Einfluss des Bioprozessmodells • Simulation der Lysinsynthese (ModelMaker) 15 • (Übung) Verknüpfung von Bioprozessmodell und Kostenmodell • Beispiel: Lysinsynthese (SuperProDesigner)
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten kennen die Inhalte und Aussagekraft von Prozessmodellen und Kostenmodellen und können diese differenzieren. • Die Studierenden verstehen die grundlegenden Begriffe aus der Kosten- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und können diese für gegebene Prozesse anwenden. • Die Studierenden interpretieren Wirtschaftlichkeitsberechnungen angemessen und können daraus Folgerungen für den Bioprozess ableiten. • Die Studierenden sind in der Lage, manuelle und computergestützte Kostenrechnungsmethoden anzuwenden und deren Vorhersage zu beurteilen. • Die Studierenden können typische Projektfragestellungen auf wirtschaftliche und Prozessfragestellung hin analysieren und übertragen diese adäquat in Software. • Die Studierenden lernen typische Anlagenkonfigurationen für biotechnische Produkte kennen und können für unbekannte Prozesse geeignete Anlagenkonfigurationen vorschlagen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können MS - Excel für die Erstellung von Diagrammen nutzen. • Die Studierenden lernen, umfangreiche Software gezielt anzuwenden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Englisch - Kenntnisse
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Englisch - Kenntnisse
Literatur	• W. Storhas, Bioverfahrensentwicklung, Wiley-VCH, Weinheim, 2003. Daraus: Kapitel 9 und 10 • Vorlesungsunterlagen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jochen Büchs
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	60,0

Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	30,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Kosten und Wirtschaftlichkeit von Bioprozessen (401442401)	1. Semester	2. Semester	2	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Kosten und Wirtschaftlichkeit von Bioprozessen	1. Semester	2. Semester	-	1
Übung Kosten und Wirtschaftlichkeit von Bioprozessen	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Produktaufarbeitung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010853
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Fallstudie, Sedimentation, Zentrifugation, Zellaufschluss, Filtration, Membranen, Fällung, Extraktion, Adsorption, Chromatographie, Kristallisation, Prozesssynthese
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studierenden kennen die typischen Grundoperationen zur Aufarbeitung von fermentativ hergestellten Produkten, wie z.B. Interferon oder Zitronensäure. • Die Studierenden verstehen den Aufbau von Aufreinigungsverfahren fermentativ hergestellter Produkte. • Die Studierenden verstehen die Funktionsweise der vorgestellten Grundoperationen auf Basis physikalischer Effekte. Fertigkeiten und Kompetenzen: • Die Studierenden können einzelne Grundoperationen auf Basis der für die Stofftrennung verantwortlichen Phänomene berechnen. • Die Studiereden sind in der Lage, für ein fermentativ hergestelltes Produkt in einem gegebenen Produktionssystem eine geeignete Aufarbeitungsroute vorzuschlagen und zu begründen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Bioprozesskinetik " Thermische Trennverfahren
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Grundoperationen der Verfahrenstechnik, Reaktionstechnik
Literatur	Empfohlene weiterführende Literatur: Ladisch MR. Bioseparations Engineering- Principle, Practise and Economics. New York: Wiley Interscience Belter PA et al. Bioseparations – Downstream Processing for Biotechnology. New York: Wiley &; Sons, (1988) Chmiel H. Bioprozesstechnik. München: Spektrum, 2nd ed., (2006) Chapter 10
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder der mündlichen Prüfung .
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Andreas Jupke
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Produktaufarbeitung (401085301)	1. Semester	2. Semester	3	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Produktaufarbeitung	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Produktaufarbeitung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Elektromechanische Antriebstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013311
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung • Grundlegende Zusammenhänge • Anwendungsgebiete 2 • Beuformen von Getrieben: Getriebearten nach Hauptbaulementen, Getriebearten nach Funktion 3 • Kurbelgetriebe • Grundlagen und Anwendungen • Graphische Lageanalyse • Rechnerische Lageanalyse 4 • Kurbelgetriebe • Graphische Lagesynthese 5 • Kurbelgetriebe • Rechnerische Lagesynthese • Totlagensynthese 6 • Kurbelgetriebe • Geschwindigkeiten (rein graphische Verfahren) 7 • Kurbelgetriebe • Geschwindigkeiten (Euler/Satz der Relativgeschwindigkeit) 8 • Kurbelgetriebe • Beschleunigungen (Euler) 9 • Kurvengetriebe • Beschleunigungen (Satz der Relativbeschleunigungen) 10 • Kurvengetriebe • Grundlagen und Anwendungen • Bewegungsaufgabe und Übergangsfunktion • Kinematische Hauptabmessungen 11 • Kurvengetriebe • Hodographenverfahren • Verfahren nach Flocke

	• Führungs- und Arbeitskurve 12 • Elektrische Drehantriebe • Elektrische Linearantriebe 13 • Motormodelle • Regelung von elektrischen Antrieben 14 • Anwendungsbeispiel • Prinzipsynthese • Maßsynthese • Auslegung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über die Grundlagen sowie Auslegung und Berechnung von elektromechanischen Antriebssystemen. • Die Studierenden sind in der Lage eine Bewegungsaufgabe zu erfassen, zu beschreiben und in einer Anforderungsliste an die Bewegungseinrichtung zusammenzufassen. • Die Studierenden kennen die wichtigsten Merkmale der verschiedenen elektrischen Antriebe und sind in der Lage, die für die jeweilige Antriebsaufgabe optimalen Antriebe auszuwählen. • Die Studierenden sind fähig, nach Antriebsauswahl mit Hilfe verfügbarer Katalogdaten die entsprechenden Berechnungen durchzuführen. • Die Studierenden kennen die wesentlichen Unterschiede und Einsatzarten von Kurbel- und Kurvengetrieben. Dabei sind sie in der Lage, die jeweils wesentlichen Einflussfaktoren aufzugliedern und hieraus geeignete Verfahren zur Getriebeauswahl anzuwenden. • Für die zu analysierenden Maschinen und Mechanismen leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen die erforderlichen Methoden und Verfahren zur Synthese und Analyse her. Sie sind damit in der Lage, mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, umfassende Fragestellungen und Probleme zur Auswahl und Auslegung von Bewegungseinrichtungen aus der Industrie zu beantworten und zu lösen. Nicht fachbezogene Lernziele (z.8. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.) • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mechanik I,II,III " Mathematik I bis III und numerische Mathematik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Mechanik I,II,III • Mathematik I bis III und numerische Mathematik
Literatur	• Kerle, H.; Corves, B.; Hüsing, M.: Einführung in die Getriebelehre. Stuttgart Leipzig Wiesbaden: B.G. Teubner Verlag, 2011. • Luck, K.; Modler, K.-H..: Getriebetechnik: Analyse, Synthese, Optimierung. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 1995.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung. Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur bzw. Mündlichen Prüfung, falls ausschließlich mündliche Prüfungen stattfinden.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. Burkhard Corves
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündliche Prüfung Elektromechanische Antriebstechnik (401331101)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Elektromechanische Antriebstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Elektromechanische Antriebstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Krafträder (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012516
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einleitung • Verkehrssytem Kraftrad - Daten & Fakten 2 • Längsdynamik • Antreiben und Bremsen, Motoren, Getriebe und Antriebe 3 • Querdynamik • Reifen, Fahrverhalten und -stabilität, Fahrwerke und Rahmen 4 • Vertikaldynamik • Fahrkomfort und Schwingungen, Federn und Dämpfer 5 • Sicherheit • Grundlagen der aktiven und passiven Sicherheit 6 • Neue Fahrzeugkonzepte • Ausblick auf neue Fahrzeugkonzepte, Neudefinition der Transportaufgabe
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben Kenntnis über die Grundlagen im Bereich der Krafträder: 1. Verkehrssystem Kraftrad 2. Längsdynamik 3. Querdynamik 4. Vertikaldynamik 5. Sicherheit 6. Neue Fahrzeugkonzepte Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Umdruck zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Krafträder (401251601)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Krafträder	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Krafträder	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Industrieller Entwicklungsprozess von PKW-Antrieben (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014395
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Der Entwicklungsprozess und die Rolle des Entwicklungsingenieurs 2 • Exkursion zum Ford Testgelände Lommel (B) 3 • Ingenieurswerkzeuge und -techniken • QFD / FMEA. Robust Engineering • Übungen zu den Ingenieurswerkzeugen 4 • Ingenieurswerkzeuge und -techniken • SPC, Six Sigma • Übungen zu den Ingenieurswerkzeugen 5 • Ingenieurswerkzeuge und -techniken • Übungen zu den Ingenieurswerkzeugen 6 • Optimierung des Antriebssystems • Verbrauch, Abgase, Fahrleistungen • Akustik, Schwingungen, Vibrationen 7 • Übung Optimierung des Antriebssystems hinsichtlich Verbrauch, Abgase, Fahrleistungen 8-9 • Übung Optimierung des Antriebssystems hinsichtlich Akustik, Schwingungen, Vibrationen 10 • Ausführungsbeispiele mit Entwicklungsschwerpunkten • Entwicklung eines Handschaltgetriebes 11 • Ausführungsbeispiele mit Entwicklungsschwerpunkten • Optimierung des Motor-Getriebe-Systems • Ablauf eines Erprobungsprogramms
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden lernen die Entwicklungswerkzeuge zur systematischen Erarbeitung von konstruktiven Lösungen kennen. Hierzu zählen FMEA, SPC, Risiko-Prioritäts-Zahlen, Kano-Modelle... • Diese Werkzeuge werden anhand von Praxisbeispielen motiviert und angewendet. • Durch zahlreiche Übungen werden die Studierenden an den Qualitätsbegriff herangeführt und sensibilisiert.

	• Durch übergreifende Bauteilbetrachtungen (Motor/Gertiebeeinheit) wird das Verständnis für gesamtheitliche Systeme trainiert Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Im Rahmen der Exkursion wird das Teamverständis und der Zusammenhalt in der Gruppe gefördert und das gemeinsame Lernen erleichtert
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Skript zur Vorlesung und Übung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Industrieller Entwicklungsprozess von PKW-Antrieben (401439501)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Industrieller Entwicklungsprozess von PKW-Antrieben	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Industrieller Entwicklungsprozess von PKW-Antrieben	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014846
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Durch die Darstellung (in Wort und Bild) der wichtigsten optischen Strömungsmessverfahren und ihrer Anwendungen sollen die Studierenden die physikalischen Grundlagen der Messverfahren und verwendete Apparaturen (Laser, Kamera, Optik, etc.) verstehen. • Durch die erlangte Kenntnis der Möglichkeiten und Grenzen der Verfahren sollen die Studierenden in die Lage gebracht werden vorgegebene Strömungszustände zu analysieren und insbesondere geeignete Messmethoden zu ihrer Charakterisierung auszuwählen. • Im Rahmen von entsprechenden Laborübungen wird von den Studierenden gefordert und mit ihnen geübt, auf Grundlage der behandelten optischen Strömungsmessverfahren für einen gegebenen Strömungszustand Versuchsreihen zu entwickeln und durchzuführen. • Durch die Analyse und kritische Beurteilung der in der Laborübung gewonnenen Resultate, sollen die Studierenden Handlungsalternativen für weiterführende Messreihen entwickeln. Dies wird durch die in der Vorlesung gewonnene Kenntnis der Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Verfahren ermöglicht. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Im Rahmen der Laborübungen wird von den Studierenden eine Analyse der Problemstellung, sowie der Vorschlag passender Strömungsmessmethoden gefordert. Dies und die nach der Laborübung erfolgte Bewertung der Ergebnisse schulen die Kompetenz, die richtigen Methoden auszuwählen und anzuwenden. • Die Durchführung der Laborexperimente in Kleingruppen soll kollektive Lernprozesse und Teamfähigkeit fördern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.): " Strömungsmechanik " Kenntnisse im Bereich der Strömungsmesstechnik (nicht optisch) " Kenntnisse im Bereich der Optik " Kenntnisse im Bereich der Lasertechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Strömungsmechanik • Kenntnisse im Berich der Strömungmesstechnik (nicht optisch) • Kenntnisse im Bereich der Optik • Kenntnisse im Bereich der Lasertechnik
Literatur	Raffel, Markus: Particle image velocimetry: a practical guide / Markus Raffel et. al. - Berlin: Springer, 1998
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-

Modulverantwortung	apl. Professor Dr.-Ing. Hans-Jürgen Koß
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren (401484601)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Drehflügler (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011719
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Beschreibung der historischen Entwicklung der Drehflügler und • Darstellung der dabei verfolgten unterschiedlichen Konzepte. 2 • Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Anordnungen der Rotoren und deren Antrieb. Z. B. Koaxialrotoren, Tandemanordnung, NOTAR, Blattspitzenantrieb, Flettnerrotoren. 3 • Erklärung der Funktion von Haupt- und Heckrotor, der mechanischen Ansteuerung und der dazu notwendigen Mechanik, insbesondere der der Taumelscheibe. 4 • Grundlagen der Strahltheorie, Herleitung der Gleichungen und Anwendung auf die Berechnung des Schwebeflugs, Rotorgütegrad und Leistungsbilanz beim Schwebeflug. 5 • Anwendung der Strahltheorie auf den Steig- und Sinkflug der Drehflügler. • Berechnung der Steiggeschwindigkeit und des Leistungsbedarfs. 6 • Anwendung der Strahltheorie auf den Vorwärtsflug. Leistungsbedarf abhängig von der Fluggeschwindigkeit mit den Anteilen: • Leistung durch die Durchströmung des Hauptrotors (induzierte Leistung), • Leistung durch den Zellenwiderstand (parasitäre Leistung) und Leistung durch die Rotorblätter (Profilwiderstand). 7 • Beschreibung der Ansätze für die Blattelementtheorie und Herleitung der Gleichungen. 8 • Anwendung der Blattelementtheorie auf den Schwebeflug. Berechnung der Verwindung der Hauptrotorblätter mit den beiden Spezialfällen: • konstanter Abwind auf der gesamten Rotorfläche und konstanter Auftriebsbeiwert auf der gesamten Blattlänge. 9 • Berechnung des Rotorgütegrads und Definition des idealen und des optimalen Rotors. 10 • Herleitung der Gleichungen für den Vorwärtsflug mit der Blattelementtheorie, • Berechnung des Schubes und des Widerstandes am Rotorblattelement. 11 • Erklärung der unterschiedlichen Wirbelmodelle zur Ermittlung des induzierten Anstellwinkels des Hauptrotors als notwendigem Input für die Blattelementtheorie. 12

	• Beschreibung und Berechnung der Schlag- und Schwenkbewegung der Hauptrotorblätter beim Vorwärtsflug und Erklärung des Zusammenhangs dieser Bewegungen mit der zyklischen Blattverstellung (Taumelscheibe). 13 • Behandlung der Zusammenhänge bei der Flugsteuerung und Trimmung von Drehflüglern, Erklärung der Blattspitzenebene, der Kontrollachse, und der Rotorschaftachse. 14 • Erklärung der Nicksteuerung und der Nickbewegung der Drehflügler, • Beschreibung des Zusammenhangs mit der statischen Stabilität. 15 • Berechnung und Beschreibung der Rotordurchströmung bei der Autorotation, Grenzbereiche für den Einsatz der Autorotation zur Rettung des Drehflüglers bei Triebwerks- und/oder Heckrotorausfall.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind in der Lage, das System Drehflügler (Hubschrauber) zu überschauen und die gegenseitige Abhängigkeit der wesentlichen Parameter zu analysieren. • Sie können konkrete Aussagen machen zur Funktionsweise und Ansteuerung des Haupt- und Heckrotors und haben Vor- und Nachteile unterschiedlicher Rotoranordnungen kennen gelernt. • Sie sind in der Lage, die Aerodynamik und den Leistungsbedarf des Drehflüglers beim Schwebeflug, Steigflug und Vorwärtsflug zu berechnen. • Die Studierenden können die Dynamik der Hauptrotorblätter (Schwenk-, Dreh- und Schlagbewegung) beschreiben. • Sie können konkrete Aussagen machen zur Steuerung von Drehflüglern. • Sie haben gelernt, die Voraussetzungen für die Flugstabilität von Drehflüglern zu beschreiben. • Sie haben verstanden, auf welche Weise ein Drehflügler bei einem Triebwerks- oder Heckrotordefekt durch Autorotation gerettet werden kann. • Die Studenten können die schnell fortschreitende Weiterentwicklung bei Hochtechnologie Produkten bezüglich der zunehmenden Komplexität bewerten. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zum Entwurf von Drehflüglern zu analysieren (Methodenkompetenz).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Strömungsmechanik
Literatur	• Vorlesungsumdruck Drehflügler mit ca. 250 Seiten • Viel Sekundärliteratur vorhanden, aber zum Erreichen der Lernziele nicht notwendig
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Ing. Eike Stumpf
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Drehflügler (401171901)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Drehflügler	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Drehflügler	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Mechanics of Living Tissues (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011566
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Introduction to Biomechanics: Foundations of Continuum Mechanics: Kinematics of continuum, deformation gradient, strain tensors, stresses, balance equations, constitutive relations, hyperelastic materials, strain energy functions, linear and non-linear material behavior, isotropy and anisotropy of living tissues. Biomechanics: Basic structural elements of tissues: elastin, collagen, mechanical properties of elastin and collagen, structure and mechanics of blood vessels, hyperelastic and viscoelastic models of blood vessels, anisotropic polyconvex strain energy functions for blood vessels, development and pathology of AAA, analytic and numerical models of AAA, structure and function of skin, mechanical properties of skin, Langer-lines, hyperelastic models of skin, functions and hierarchical structure of skeletal muscles, sarcomere contraction: interaction of actin an myosin, passive and active behavior, Hill's equation, hard tissues: bone, functions, mechanics of heart, active myocard, structure and mechanics of bone, strength hypothesis of bone: Tsai-Wu-criterion, mechanics of blood. Application example: Inflation of an artery under blood pressure. Medical application: clinical relevance of material parameters, development of strategies to estimate patient specific risk criteria Presentation of actual research areas and achievements in biomechanics
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Understanding of diversity in biological tissues in their structure, composition and mechanical properties • Knowledge of basic concepts and principles of continuum mechanics • Knowledge of basic constituents of soft and hard tissues, their mechanical properties and interaction • Understanding of correlation between mechanical dysfunction or failure of a tissue and its pathology • Overview on modern developments and problems of biomechanical research • Interdisciplinary thinking between biology, medicine, mechanics and mathematics
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Recommended: Basic knowledge in mathematics
(empfohlene) Voraussetzungen	Required: Basic knowledge in mathematics.
Literatur	• Script • Fung, Y.C., Biomechanics. Mechanical Properties of Living Tissues. 2nd Edition. Springer, New York 1993 • Humphrey, J.D., Cardiovascular Solid Mechanics: Cells, Tissues, and Organs. Springer, New York 2002
Sprache	Englisch

Prüfungsbedingungen	The mark of the module is the mark of the exam.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Mechanics of Living Tissues (401156601)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Mechanics of Living Tissues	2. Semester	1. Semester	-	-

Modultitel	Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011510
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: •Gegenstand und Einordnung des Themas • Vorstellung ausgewählte optische Systeme für die Produktion 2 • Elektromagnetische Wellen: • Analogie zwischen mechanischen und elektromagnetischen Wellen • Maxwellgleichungen, Wellengleichung, Superpositionsprinzip • Fourierzerlegung • Reflexion/Transmission, Polarisation 3 • Strahlenoptik (paraxiale Optik): • Abgrenzung: Beugungsoptik-Strahlenoptik • Konstruktion von Abbildungsstrahlengängen, Matrixformalismus • Kardinalpunkte und Hauptebenen • Helmholtz-Lagrange-Invariante, f/# - Zahl und numerische Apertur 4 • Aberrationen: • Aperturen und Pupillen • Optische Weglängendifferenz • Seidelsche Aberrationstheorie 5 • Korrektionsprinzipien: • Formfaktoren • Petzval-Summe • Symmetrisierung 6 • Ray-Tracing: • Prinzip des Ray-Tracing • Aberrationsdiagramme • Abbildungsleistung optischer Systeme 7 • Optisches Layout und Optimierung: • Vorgehen beim Optik Design • Optimierungsalgorithmen • Grundformen optischer System 8 • Optische Werkstoffe: • Grundlagen der linearen Dispersion • optische Gläser • Kristalloptiken • Metalloptiken

• Kunststoffoptiken
• GRIN-Werkstoffe

9
• Optische Komponenten:
• Asphärische optische Komponenten
• Lichtleitfasern
• Doppelbrechung
• Überblick: Fertigungsverfahren für optische Komponenten

10
• Interferenz und Beugung:
• Zweistrahl- und Vielstrahlinterferenz
• optische Schichten
• Fresnelsches Beugungsintegral, Fern- und Nahfeld
• beugungsbegrenzte Abbildung

11
• Der Gaußsche Strahl:
• Wellengleichung in SVE-Näherung
• Eigenschaften des Gaußschen Strahls
• Transformation des Gaußschen Strahls, komplexer Strahlparameter

12
• Strahlqualität:
• Beschreibung des Gauß-Mode und Erweiterung auf höhere Moden und Strahlverteilungen in der Praxis
• Verfahren zur Definition von Strahlradien
• Strahlqualität eines Arrays aus Einzelstrahlen
• Nutzung der Strahlqualität bei Lasern

13
• Optische Systeme für Hochleistungsdiodenlaser:
• Eigenschaften von Diodenlasern
• Einflussfaktoren auf die Brillanz von Diodenlasermodulen
• Auslegung von Fast-Axis-Collimatoren
• inkohärente/kohärente Kopplung

14
• Zusammenfassung und Wiederholung der wichtigsten Lerninhalte

Lernziele/Lernergebnisse

Fachbezogen:

• Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Berechnungsverfahren der paraxialen Optik und die Abbildungsfehler bei nicht-paraxialer Optik und können diese Verfahren einsetzen.
• Die Studierenden kennen das Ray-Tracing-Verfahren zum Entwurf und zur Optimierung technischer optischer Systeme.
• Die Studierenden kennen Grundformen optischer Systeme und deren Anwendungsgebiete.
• Die Studierenden können optische Systeme analysieren und deren Leistungsfähigkeit bewerten.
• Die Studierenden sind in der Lage, strahlenoptische Verfahren abzugrenzen von wellenoptischen Verfahren.
• Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Berechnungsverfahren der Laseroptik und können diese anwenden.

Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

• Die Studierenden werden in den Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz)
• Die Arbeit in der Übung erfolgt auch in Klengruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit)
• Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern (Präsentation)

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)

Empfohlene Voraussetzungen:
" Vorlesung "Physik für Maschinenbauer" aus Bachelor-Studiengang

(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Vorlesung "Physik für Maschinenbauer" aus Bachelor-Studiengang
Literatur	• Vorlesungsskript • F. Pedrotti et al.: Optik für Ingenieure, Springer
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine mündliche Prüfung, • alternativ: eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Carlo Holly
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen und Ausührungen optischer Systeme (401151001)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Wärme- und Stoffübertragung II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013379
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Strahlung aktiver Medien • Gasstrahlung • Strahlungstransportgleichung 2 • Wärmeübertragung bei Kondensation und Verdampfung • Wärmeübertragung bei der Kondensation • Behältersieden • Verdampfung im Rohr 3 • Kontaktwärmeübertragung 4 • Anwendung der Laplace-Transformation auf Wärmeleitungsprobleme 5 • Weiterführende Stoffübertragung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Nach erfolgreich abgelegter Prüfung sind Studenten in der Lage, komplexe Zusammenhänge in den Themenbereichen Strahlung von Gasen, Phasenwechsel und Stoffübertragung zu analysieren, formal zu erfassen und im Hinblick auf technische Fragestellungen zu interpretieren. • Sie kennen die grundsätzlichen Mechanismen und Einflussgrößen für das Phänomen der Kontaktwärmeübertragung und sind in der Lage, effektive Wärmeübergangskoeffizienten zu ermitteln. • Sie beherrschen die Anwendung der Laplace-Transformation zur analytischen Lösung partieller Differentialgleichungen, die zweidimensionale oder instationäre Wärmeleitungsprobleme beschreiben.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Wärme- und Stoffübertragung I " Strömungsmechanik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Wärme- und Stoffübertragung I • Strömungsmechanik
Literatur	Vorlesungsumdruck Wärme- und Stoffübertragung II, erhältlich am WSA
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Reinhold Kneer
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Wärme- und Stoffübertragung II (401337901)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Wärme- und Stoffübertragung II	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Wärme- und Stoffübertragung II	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Wärmeübertrager und Dampferzeuger (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011050
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Wärmeübertrager-Bauarten 1.1 Indirekte Wärmeübertrager 1.2 Direkte Wärmeübertrager 1.3 Regeneratoren 1.4 Stromführungsarten und Bezeichnungen 2. Wärmeübertrager ohne Phasenwechsel 2.1 Wärmetechnische Grundlagen 2.1.1 Energiebilanzen am Wärmeübertrager 2.1.2 Maximal übertragbare Wärmemenge 2.1.3 Wärmeübertragung 2.1.4 Kenngrößen zur wärmetechnischen Beurteilung von Wärmeübertragern 2.1.5 Allgemeine Eigenschaften der Betriebscharakteristik 2.1.6 Betriebscharakteristik für den Gleichstrom 2.1.7 Betriebscharakteristik für den Gegenstrom 2.1.8 Betriebscharakteristik für den Kreuzstrom 2.1.9 Betriebscharakteristik für hintereinandergeschaltete, querangeströmte Rohrreihen 2.1.10 Berechnungsmethode nach VDI-Wärmeatlas 2.1.11 Betriebscharakteristik für gekoppelte Apparate 2.2 Betriebscharakteristik für Regeneratoren 3. Verdampfer 3.1 Verdampfer bei freier Strömung (Behältersieden) 3.2 Blasensieden in senkrechten Rohren 3.3 Energiebilanz und Wärmeübertragungskoeffizient am beheizten Verdampferrohr 3.4 Verdampferbauarten in der Verfahrenstechnik 3.5 Dampferzeuger für die Kraftwerkstechnik 4. Wärme- und stoffübertragende Apparate 4.1 Grundlagen der gekoppelten Wärme- und Stoffübertragung 4.1.1 Wärmeübertragung von einer Oberfläche an ein Fluid 4.1.2 Stoffübertragung an einer Flüssigkeitsoberfläche 4.1.3 Analogien zwischen Wärme- und Stoffübertragung 4.2 Stoffbilanz an einer Flüssigkeitsoberfläche 4.3 Temperatur einer adiabaten Flüssigkeitsoberfläche 4.4 Zustandsänderung eines Gases beim Überströmen von Flüssigkeitsoberflächen 5. Anwendungsbeispiele 5.1 Feuchtluftkühler 5.2 Trockner 5.3 Rückkühlwerke und Kühltürme
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studenten sind in der Lage die verschiedenen Wärmeübertrager, Verdampfer sowie wärme- und stoffübertragenden Apparate innerhalb von technischen Systemen zu identifizieren. Sie können die für die Auslegung verwendeten Parameter berechnen und die Ergebnisse der Rechnung im Bezug auf die Anwendung interpretieren. Die Studenten sind in der Lage die Theorie auf praktische Anwendungen zu übertragen und die in der Realität auftretenden Probleme zu schildern.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Wärme- und Stoffübertragung " Thermodynamik
(empfohlene) Voraussetzungen	• Wärme- und Stoffübertragung • Thermodynamik
Literatur	Vorlesungsumdruck Wärmeübertrager und Dampferzeuger (erhältlich im WSA)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Reinhold Kneer
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Wärmeübertrager und Dampferzeuger (401105001)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Wärmeübertrager und Dampferzeuger	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Wärmeübertrager und Dampferzeuger	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Alternative Energietechniken (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012502
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Übersicht über die Energiewirtschaft (Weltweite und Deutsche Entwicklung, Reserven, Ressourcen, CO2-Problem, Energieverbrauch, Prognosen 2 • Bewertungsgrößen (Wirkungsgrade, Kumulierter Energieaufwand, Amortisationszeit, Erntefaktor) • Betriebliche, Ökologische Ökonomische Bewertungsgrößen • Soziale und Gesellschaftliche Aspekte 3 • Kraft-Wärmekopplung, Fernwärme, Tertiäre Ölgewinnung, Ölgewinnung aus Ölsand und Ölschiefer 4 • Rationelle Energieumwandlung 5 • Neue Verfahren der Kohlenutzung (Kohlevergasung, -verflüssigung 6 • Solarenergie (Solarfarm, -tower, Niedertemperatur Kollektor) 7 • Photovoltaik 8 • Windenergie 9 • Wasserkraftwerke (Laufwasser, Pumpspeicher, OTEC) 10 • Gezeitenenergie, Wellenenergie, Geothermische Energie 11 • Biomasse 12 • Wasserstoffwirtschaft 13 • Brennstoffzelle 14 • Innovative Reaktorkonzepte 15 • Kernfusion

Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen energiesystematische und energiewirtschaftliche Zusammenhänge • Die Studierenden können unterschiedliche Energiesysteme bezüglich ihres Wirkungsgrades sowie ökonomischer Kriterien untersuchen, berechnen und bewerten • Die Studierenden sind in der Lage verschiedene Energiesysteme (fossil, nuklear, regenerativ) bewerten und zu klassifizieren • Sie Studierenden können die Methoden zur thermodynamischen Bewertung und Optimierung auf Prozesse der Energieumwandlung anwenden • Die Studierenden sind fähig verschiedenste Energieumwandlungssysteme kritisch aus verschiedenen Blickwinkeln zu bewerten (Wärmetechnik, Ökologie, Ökonomie, Resourcenschonung, Risikoanalyse, gesellschaftliche Gesichtspunkte) Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Problemstellungen analysieren und bewerten
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur Bonuspunkteregelung: Zugeordnete Bonusveranstaltung: Energieversorgungsysteme (SS) Im Rahmen der Veranstaltung Energieversorgungsysteme wird eine Hausaufgabe vergeben, durch die ein Bonus von maximal 10% auf die Prüfung erlangt werden kann. • Es ist auch ohne Bonuspunkt möglich, die Prüfung mit der bestmöglichen Note zu absolvieren. • Erlangte Bonuspunkte haben keinen Einfluss auf das Prüfungsergebnis, wenn dieses ohne die Bonuspunkte "nicht bestanden" (5.0) lautet.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dirk Müller
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Alternative Energietechniken (401250201)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Alternative Energietechniken	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Alternative Energietechniken	2. Semester	1. Semester	-	2
Bonusveranstaltung Alternative Energietechniken	2. Semester	1. Semester	-	0

Modultitel	Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011681
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Vorlesung: Ziele und Aufgaben der industriellen Logistik 2 • Vorlesung: Organisatorische Einbindung der Logistik • Übung: Prozessoptimierung 3 • Vorlesung: Materialflussgestaltung • Gastvortrag 4 • Exkursion 5 • Vorlesung: Informationslogistik • Übung: Beergame 6 • Vorlesung: Entwicklung und Beschaffung • Übung: Entwicklung und Beschaffung 7 • Vorlesung: Material- und Fertigwarendisposition • Workshop: Erhöhung der Dispositionsgüte 8 • Vorlesung: Distributionslogistik • Übung: Eröffnungsverfahren zur Tourenplanung 9 • Vorlesung: Ersatzteillogistik • Gastvortrag 10 • Vorlesung: Logistikcontrolling • Übung: ABC- und XYZ-Analyse
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Ziele und Aufgaben der industriellen Logistik so wie die wichtigsten Aspekte von der organisatorischen Einbindung bis zum Logistik-Controlling. • Die Studierenden verstehen die Bedeutung und den Einfluss spezieller Sachverhalte der industriellen Logistik und können diese in den Gesamtkontext einordnen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Anhand von praxisbezogenen Übungen und Workshops lernen die Studierenden die erworbenen Kenntnisse auf praktische Fragestellungen zu übertragen. • Im „Beergame“ erfahren die Studierenden anhand einer interaktiven Simulation einer Zulieferkette zudem die Bedeutung des überbetrieblichen Kommunikationsaustauschs.

	Durch zwei Gastvorträge von Vortragenden aus der industriellen Praxis und eine Exkursion zu einem Industriekonzern werden zudem aktuelle und praxisrelevante Problemstellungen und Logistikkonzepte den Studierenden nahe gebracht und vermittelt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundlagen der Betriebswirtschaftlehre " Für die Veranstaltung im Sommersemester: Englischkenntnisse
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen der Betriebswirtschaftlehre • Für die Veranstaltung im Sommersemester: Englischkenntnisse
Literatur	• Zukunftsorientierte Gestaltung informationstechnologischer Netzwerke im Hinblick auf die Handlungsfähigkeit des Menschen, Veldkamp, G. • Eine Methodik zur Gestaltung kognitiv kompatibler Mensch-Maschine-Schnittstellen, angewandt am Beispiel der Steuerung einer CNC-Drehmaschine, Hartmann , E. • Entwicklung eines facharbeiterorientierten multimedialen Lernzeugs für numerisch gesteuerte Dreh- und Fräsprozesse, Sickel, H.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessorin Dr. rer. nat. Sabina Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik (401168101)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Vorlesung Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Computergestütztes Optikdesign (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011489
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: • Gegenstand und Einordnung des Themas • Berufsbild des Optik-Ingenieurs • Trends im Optik-Design 2 • Ray-Tracing: • Prinzip des Ray-Tracing • Diagnosewerkzeuge • Bewertung der Abbildungsleistung optischer Systeme 3 • Optisches Layout und Optimierung: • Vorgehen beim Optik-Design • Optimierungsalgorithmen 4 • Grundformen optischer Systeme: • Ausführung • Anwendungsfelder 5 • Strahlführungssysteme: • Lichtleitfaserkopplung für Festkörperlaser • Spiegelsysteme für FIR-Laser 6 • Fokussiersysteme: • Transmissive Optiken • Spiegel-Fokussiersysteme 7 • Strahlablenksysteme: • Scanneroptiken und F-Theta-Objektive • Polygonsysteme 8 • Homogenisierungssysteme: • Wellenleiterelemente • Reflektive Systeme 9 • Mikrooptiken: • Kollimatoren für Hochleistunsgdiodenlaser • miniaturisierte optische Systeme in Lasern 10 • Nichtrotationssysmmetrische optische Systeme:

	• Zylinderlinsensysteme • Prismensysteme 11 • Bildgebende optische Systeme: • optische Prozessüberwachungssysteme • optische Messsysteme 12 • Fertigungsgerechtes Design: • Berücksichtigung fertigungstechnischer Restriktionen • Verwendung von Standardkomponenten 13 • Toleranz- und Kostenanalyse für optische Systeme: • Einfluss von Fertigungs- und Montagetoleranzen auf die Leistungsfähigkeit optischer Systeme • Einfluss von Fertigungs- und Montagetoleranzen auf die Kosten optischer Systeme 14 • Zusammenfassung und Wiederholung der wichtigsten Lerninhalte Sonstiges: • Die Übungen werden mit einem kommerziell erhältlichen Ray-Tracing Programm im Rahmen einer Blockveranstaltung durchgeführt. Lizenzen sind am Lehrstuhl vorhanden. Eine Anmeldung ist erforderlich.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen moderne Methoden des computergestützten Optikdesigns. • Die Studierenden sind in der Lage, optische Systeme mit Methoden des computergestützten Optikdesigns auszulegen und zu bewerten. • Die Studierenden kennen Möglichkeiten und Voraussetzungen des computergestützten Optik-Designs. • Die Studierenden sind in der Lage, optische Systeme für die Produktion fertigungsgerecht und kostenoptimiert auszulegen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden in den Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz) • Die Arbeit in der Übung erfolgt in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit) • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern (Präsentation)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Vorlesung "Physik für Maschinenbauer" aus Bachelor-Studiengang " "Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme"
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Vorlesung "Physik für Maschinenbauer" aus Bachelor-Studiengang • "Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme"
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine mündliche Prüfung, • alternativ: Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Carlo Holly
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computergestütztes Optikdesign (401148901)	2. Semester	1. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Computergestütztes Optikdesign	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Change Management (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012513
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2012
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Phasen von Restrukturierungsprozessen (Unfreezing, Moving, Keep on moving) 2. Managementstrategien in Veränderungsprozessen 3. Organisationsanalyse 4. Kommunikation in Veränderungsprozessen 5. Prozesstransparenz in Großgruppenmethoden 6. Wissensmanagement-Tools 7. Werkzeuge des Change Managements
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Betrachtet man die Entwicklung von Unternehmen in den letzten Jahren, so treten zwei wesentliche Aspekte in den Vordergrund: Zum einen vom strukturorientierten Denken hin zum prozessorientierten Denken und zum anderen die Notwendigkeit, Prozesse ständig an wechselnde Randbedingungen anzupassen. • Die Studierenden verstehen die Grundprinzipien des Change Management und sind auf eine praktische Umsetzung im Unternehmen vorbereitet. • Sie wissen wie unternehmensinterne Prozesse möglichst schnell, nachhaltig und kosteneffizient angepasst bzw. umgestaltet werden können • Sie können die Phasen von Restrukturierungsprozessen erkennen und beschreiben • Sie kennen die wichtigsten zugehörigen Managemenstrategien und - Werkzeuge und können diese einsetzen • Sie können eine Organisationsanalyse durchführen • Sie können die Kommunikation in Veränderungsprozessen analysieren Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • An virtuellen und realen Beispielen wird Change Management in Teamarbeit erprobt. • Die Ergebnisse werden regelmäßig vor der Gesamtgruppe präsentiert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Übergreifender Wahlpflichtbereich in allen Lerngebieten
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Übergreifender Wahlpflichtbereich in allen Lerngebieten
Literatur	• Henning, K., Marks, S.: Kommunikations- und Organisationsentwicklung, Vorlesungsdruck, 6. überarbeitete Auflage. 2000. • Henning, K., Oertel, R., Isenhardt, I. (Hrsg.): Wissen – Innovation – Netzwerke. Wege zur Zukunftsfähigkeit. Berlin, Heidelberg. 2003. • ILOI-Studie: Management of Change. Erfolgsfaktoren und Barrieren, organisationaler Veränderungsprozesse. Internationales Institut für Lernende Organisation und Innovation. München 1997. • Mohr, N.; Woehe, J. M.: Widerstand erfolgreich managen, professionelle Kommunikation in Veränderungsprojekten. Frankfurt/M. u.a.: Campus 1998. • Rieckmann, H., Weißengruber,P.: Managing the Unmanageable? – Oder: Lassen sich komplexe Systeme überhaupt steuern? – Offenes Systemmanagement mit dem OSTOAnsatz, in: Kraus, H., Kailer, N., Sander, K. (Hrsg.): Management Development im Wandel. Wien 1990.

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Ein Referat mit schriftlicher Ausarbeitung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professorin Dr. phil. Ingrid Isenhardt Universitätsprofessorin Dr. rer. nat. Sabina Jeschke
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Change Management (401251301)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Change Management	2. Semester	1. Semester	-	2
Labor Change Management	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Kommunikation und Organisationsentwicklung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010971
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2007
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Einführung Kommunikation und Organisationsentwicklung 2. Geschichte der Organisationsentwicklung 3. Organisationsstrukturen 4. Organisationen als offene kybernetischen Systeme 5. Monologische Kommunikation 6. Dialogische Kommunikation 7. Werkzeuge betrieblicher Kommunikation (Teil I) 8. Werkzeuge betrieblicher Kommunikation (Teil II) 9. Methoden des Change Managements (Teil I) 10. Methoden des Change Managements (Teil II) 11. Systemische Organisationsentwicklung 12. Diagnose von Organisationen 13. Redesign von Organisationen 14. Organisationsentwicklung in Netzwerken 15. Kommunikation in Netzwerken
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die wichtigsten Kommunikationsmodelle und ;können diese auf praktische Beispiele in Unternehmen anwenden und übertragen. Sie können Organisationsstrukturen identifizieren, erläutern ; und daraus Schlüsse über die Arbeits- und Kommunikationsprozesse ziehen. Sie sind in der Lage, Analyse- und Gestaltungsmöglichkeiten von KOE-Prozessen in Unternehmen/Organisationen zu erkennen und ent-sprechende Werkzeuge zu erläutern und anzuwenden. • Aktuelle Entwicklungen in der Organisationsentwicklung können vor dem historischen Hintergrund den verschiedenen Richtungen der KOE eingeordnet werden. Qualitative und quantitative Beobachtungen aus der Praxis der Organisationsentwicklung können von den Studierenden reflektiert und in Beziehung zu einander gesetzt werden. Das systemische Verständnis von Organisationen und deren Kommunikationsprozessen ist mittels entsprechender Modelle so weit entwickelt, dass reale Situationen in Organisationen beurteilt werden und begründete Ent-scheidungsvorschläge gemacht werden können. Die Studierenden verstehen KOE-Prozesse als komplexe Vorgänge und können Werkzeuge zur systemischen Diagnose und zum Redesign von Organisationen anwenden. Nicht fachbezogen: • Entwicklung und Steuerung effizienten Arbeitens in selbstständigen Teams • Anwendung von Kommunikationsmedien in Teams • Anwendung von Methoden des Projektmanagements bei der Analyse einer Organisation in der Übung
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Kommunikations- und Organisationsentwicklung, Vorlesungsdruck, 6. überarbeitete Auflage 2000.

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur. Im Rahmen des Labors ;;soll es den Studierenden möglich sein bis zu 33 Punkte bzw. 10 % zur Hauptprüfung als Bonuspunkte zu erhalten. Die Gruppenarbeit besteht aus folgenden Kriterien: • Abgabe je eines ;;Konzepts (max. 10 Seiten) • Einreichung eines Produktvideos (Länge: 3 Minuten) • Vorlage einer Liste mit allen beteiligten Studierenden (Identifikation über Matrikelnummer) zum Abschluss der Unternehmenssimulation. Es ist auch ohne diese Bonuspunkte möglich, die bestmögliche Note zu erreichen. Erlangte Bonuspunkte haben keinen Einfluss auf das Prüfungsergebnis, wenn dieses „nicht bestanden“ (5,0) lautet.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professorin Dr. phil. Ingrid Isenhardt
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Kommunikation und Organisationsentwicklung (401097101)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Labor Kommunikation und Organisationsentwicklung	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Kommunikation und Organisationsentwicklung	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Auslegung von Turbomaschinen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011051
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Turbomaschinen spielen in weiten Teilen unseres Lebens eine bedeutende Rolle. Sie sind Antriebe nahezu aller modernen Flugzeuge, werden im Bereich der Stromerzeugung eingesetzt oder sind wichtiger Bestandteil in Anlagen der Prozessindustrie. Dabei werden immer höhere Anforderungen in Bezug auf Effizienz, Emissionen und Leistungsfähigkeit gestellt. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können ist ein tiefes Verständnis der Thermodynamik, Aerodynamik und Strukturmechanik von Turbomaschinen erforderlich. Das Ziel der Vorlesung Auslegung von Turbomaschinen ist es, grundlegende physikalische Verhältnisse, die die Auslegung und den Betrieb von Turbomaschinen bestimmen, zu vermitteln. Dabei werden vornehmlich eindimensionale Berechnungsverfahren der Aerodynamik und der Strukturmechanik erläutert und exemplarisch angewandt. Zu Beginn der Vorlesung wird der in der Industrie typische Entwicklungsprozess eines Flugzeugtriebwerks von der Vorauslegung bis zur Zertifizierung vorgestellt, sowie die Vorlesungsinhalte in diesen eingeordnet. Anschließend wird anhand des Aero-Mittelschnittsverfahrens gezeigt, wie sich Geschwindigkeiten, Winkel und Wirkungsgrade ; einzelner Turbomaschinenstufen anhand von drei dimensionslosen Kenngrößen bestimmen und optimieren lassen. Die Aufstellung der einzelnen Verlustkorrelationen stellt einen wesentlichen Anteil in diesem Kapitel dar. Im nächsten Schritt wird die Auslegung in die radiale Richtung erweitert, um die Geschwindigkeiten und Winkel über die gesamte Kanalhöhe bestimmen zu können. Die aerodynamische Auslegung findet in dieser Vorlesung mit der Behandlung des Through-Flow-Verfahrens als aerodynamisches Vorauslegungswerkzeug seinen Abschluss. Dieses wendet die beim Mittelschnittsverfahren bestimmten Verlustziffern auf verschiedenen Stromlinien an. Zum Abschluss der Vorlesung wird auf die strukturmechanische Vorauslegung eingegangen, bei der ebenfalls mit analytischen Methoden (z.B. Balkentheorieverfahren) die statischen und dynamischen Belastungen der Komponenten abgeschätzt werden.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind mit der Aufgabenstellung der der Funktionsweise von Turboarbeitsmaschinen vertraut. • Sie kennen die Unterschiede und Möglichkeiten der zwei- und dreidimensionalen Strömungsberechnung in Turbomaschinen • Sie sind in der Lage, vereinfachte Berechnungsmethoden anzuwenden und zu beurteilen • Die Studierenden können die Betriebskennfelder von Turboverdichtern und Pumpen beurteilen und sind in der Lage die Grenzen des Betriebsbereichs zu erläutern • Sie sind mit den unterschiedlichen Problemstellungen von thermischen und hydraulischen Turboarbeitsmaschinen vertraut. • Sie können die Reglungsmöglichkeiten von Turboarbeitsmaschinen erläutern und bezüglich ihrer Wirtschaftlichkeit beurteilen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren • Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten entwickeln und gegenüberstellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: "Thermodynamik

	"Strömungsmechanik I "Grundlagen der Turbomaschinen
(empfohlene) Voraussetzungen	empfohlen: • Thermodynamik • Strömungsmechanik I • Grundlagen der Turbomaschinen
Literatur	Gallus, H.E.: Turboverdichter und Pumpen - Berechnung und Entwurf Vorlesungsumdruck
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Auslegung von Turbomaschinen (401105101)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Auslegung von Turbomaschinen	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Auslegung von Turbomaschinen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Fertigungstechnik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014339
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2007
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	- Einführung in die Fertigungstechnik - Zerspanung mit geometrisch bestimmter Schneide - Zerspanung mit geometrisch unbestimmter Schneide - Abtragende Verfahren EDM - Abtragende Verfahren ECM - Massivumformung - Blechumformung - Pulvermetallurgie, Gießen - Additive Fertigungsverfahren - Lasermaterialbearbeitung und Hochdruckwasserstrahlverfahren - Technologieverkettung und fertigungsbedingte Bauteileigenschaften - Abschlussvorlesung mit Themenbeiträgen von Studierenden
Lernziele/Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen haben die Studierenden Kenntnisse und Fähigkeiten in den Themenfeldern, die unter Inhalt beschrieben werden, erworben. Wissen und Verstehen: Sie kennen die grundlegenden Eigenschaften wichtiger industrieller Fertigungsverfahren: - Zerspanung mit geometrisch bestimmter Schneide (z.B. Drehen, Bohren Fräsen), - Zerspanung mit geometrisch unbestimmter Schneide (z.B. Schleifen, Honen, Läppen), - Abtragende Fertigungsverfahren (EDM und ECM), - Umformung (Massiv- und Blechumformung), - Urformen (Pulvermetallurgie und Gießen), - Additive Fertigungsverfahren, - Lasermaterialbearbeitung und Hochdruckwasserstrahlverfahren. Sie verstehen die Verfahrensprinzipien und die wesentlichen Einflüsse von Prozessparametern auf die Bauteileigenschaften und auf das Verschleißverhalten der Werkzeuge. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, geeignete Fertigungsprozesse im Hinblick auf geometrische und funktionale Bauteileigenschaften auszuwählen. Sie sind in der Lage, die Auswirkungen von

	Parameteränderungen auf die Prozesskräfte, den Werkzeugverschleiß und die Bauteileigenschaften einzuschätzen. Sie sind dadurch fähig, Fertigungsprozesse wissenschaftlich zu untersuchen, zu optimieren, in Frage zu stellen und Alternativen aufzuzeigen. Ferner können sie die Wirkzusammenhänge zwischen verketteten Technologien und daraus resultierenden Bauteileigenschaften erläutern. Zum Ende der Veranstaltungsreihe wird Studierenden die Möglichkeit zur Gestaltung einer Abschlussvorlesung gegeben. Einige Wochen vor Vorlesungsende werden Themen vergeben, zu denen Studierende selbständig recherchieren, eine Präsentation ausarbeiten, und einen Kurzvortrag halten können. Die Präsentationen können sowohl einzeln als auch in einer kleinen Gruppe erfolgen und deren Inhalte können auch für die Prüfung herangezogen werden. Als Anreiz bietet der Lehrstuhl die Option auf den Erhalt eines Empfehlungsschreibens. Hierzu wird der Lehrstuhl durch das persönliche Engagement, das besondere Interesse am Fach, das Betreuungsverhältnis während der Ausarbeitung und durch einen Eindruck von der Vortragsqualität befähigt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Primärliteratur: Klocke, F. Fertigungsverfahren 1: Zerspanung mit geometrisch bestimmter Schneide, 9. Aufl., 2018, Online-ISBN: 9783662542071, Print-ISBN: 9783662542064 (bzw. engl.: Manufacturing Processes 1, 1st Ed., 2011, Print-ISBN: 9783642119781) Fertigungsverfahren 2: Zerspanung mit geometrisch unbestimmter Schneide, 6. Aufl., 2018, Online-ISBN: 9783662580929, Print-ISBN: 9783662580912 (bzw. engl.: Manufacturing Processes 2, 1st Ed., 2009, Print-ISBN: 9783540922582) Fertigungsverfahren 3: Abtragen, Generieren und Lasermaterialbearbeitung, 4. Aufl., 2007, Online-ISBN: 9783540489542, Print-ISBN: 9783540234920 Fertigungsverfahren 4: Umformen, 6. Aufl., 2017, Online-ISBN: 9783662547144, Print-ISBN: 9783662547137 (bzw. Engl.: Manufacturing Processes 4, 1st Ed., 2013, Print-ISBN: 9783642367717) Fertigungsverfahren 5: Gießen und Pulvermetallurgie, 5. Aufl., 2018, Online-ISBN: 9783662547281, Print-ISBN: 9783662547274 Sekundärliteratur: Kalpakjian, S.; Schmid, S.; Werner, E.: Werkstofftechnik - Herstellung, Verarbeitung, Fertigung Altan, T.: Metal Forming - Fundamentals and Applications, 1983 C.I.R.P. Wörterbuch der Fertigungstechnik: Band I/1, Umformtechnik 1, 2. Aufl. 1997, Band I/2, Umformtechnik 2, 2. Aufl. 2002 Band II, Trennende Verfahren, 2004, Band III, Produktionssysteme, 2004, Band IV, Montage, 2011
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Bergs
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fertigungstechnik I (401433901)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fertigungstechnik I	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Fertigungstechnik I	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Simulation Techniques in Manufacturing Technology (STMT) (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012413
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 - In der ersten Vorlesung wird eine Einführung in das Thema „Simulationsverfahren in der Fertigungstechnik“ gegeben. 2 - Die Inhalte der zweiten Vorlesung sind die grundlegenden Aspekte und Prozesse der Umformtechnik. 3 - Nachdem der Student die Grundlagen der Umformtechnik erlernt hat, konzentriert sich diese Vorlesung auf aktuelle Simulationsverfahren beim Umformen. 4 - Die vierte Vorlesung befasst sich mit grundlegenden Aspekten und der Simulation der Massivumformung. 5 - Die fünfte Vorlesung gibt eine Einführung in die Grundlagen und Simulationsverfahren bei Blechumformung und Trennen. 6 - Inhalt der sechsten Vorlesung sind die Grundsätze der Zerspanung. 7 - Vorlesung 7 gibt einen generellen Überblick der verschiedenen Zerpanprozesse. 8 - Eine Möglichkeit Zerspanprozesse ganzheitlich zu modellieren ist die Finite-Elemente-Methode (FEM). Diese Vorlesung vermittelt die Vorgehensweise und Modellierungsansätze der FE-Zerspansimulation sowie zeigt verschiedene und aktuelle Beispiele für die FE-Simulation von Zerspanprozessen. 9 - Die neunte Vorlesung gibt eine Einführung in das Zerspanen mit undefinierter Schneide. 10 - Vorlesung 10 stellt aktuelle Modellierungsmethoden beim Schleifen vor. 11 - In Vorlesung 11 wird besonders auf die Methoden der Validierungs- und Optimierungstechniken eingegangen. 12 - Inhalt der letzten Veranstaltung ist es, in kleinen Gruppen die Aufstellung und Auswertung von FE-Simulation mit den FE-Codes DEFORM und ABAQUS zu erlernen.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: - Einführung in die grundsätzlichen Methoden der Modellierung und Simulation von Fertigungsverfahren - Revision der Grundlagen der Werkstoffkunde und Fertigungstechnik - Darstellung des Potentials der Modellierung und Simulation: Erhöhung des Prozessverständnisses, Verbesserung der Prozesssicherheit und Optimierung des Arbeitsergebnisses - Vorgehensweise und Einsatz der Finite-Elemente-Methode zur Simulation von Fertigungsprozessen - Möglichkeiten und Grenzen der Modellierung und Simulation zeigen - Anwendung der Simulationssoftware DEFORM und ABAQUS zur Simulation unterschiedlicher Fertigungsverfahren Nicht fachbezogene Lernziele: - Im Rahmen von Forschung und Entwicklung eigenständig passende Simulationsverfahren für Fertigungsprozesse auswählen und wissenschaftlich fundiert begründen - Eigene Ansätze zur Modellierung der Fertigungsprozesse entwickeln und in Forschungsfragen formulieren sowie in Entwicklungstätigkeiten einfließen lassen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Englisch in Wort und Schrift
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: - Grundkenntnisse der Werkstoffkunde - Grundlagen der Vektor- und Tensorrechnung

	- EDV-Grundlagen Empfohlene Voraussetzungen - Englisch in Wort und Schrift - Fertigungstechnik I
Literatur	S. Kobayashi, T. Altan, S. Kobayashi: Metal Forming and the Finite-Element Method, Oxford Series on Advanced Manufacturing, Oxford University Press, 1989 - T. Childs: Metal Machining (Theory and Applications), ISBN-13: 978-0340691595 - K. Cheng: Machining Dynamics (Fundamentals, Applications and Practices), ISBN: 978-1-84628-367-3
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche oder eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Bergs
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur/mündliche Prüfung STMT (401241301)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung STMT	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung STMT	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Grundoperationen der Energietechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010881
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Einleitung 1.1. Prozesse bei der Energieumwandlung 1.2. Apparate im Kraftwerkspfad 2. Brenner 2.1. Grundlagen der Verbrennung • 2.1.1. Für die Verbrennung benötigte Apparate • 2.1.2. Energievorräte und Energieverbrauch • 2.1.3. Charakterisierung der Brennstoffe • 2.1.4. Verbrennungsrechnung • 2.1.5. Verbrennungstemperatur - 2.1.5.1. Theoretische Verbrennungstemperatur - 2.1.5.2. Wirkliche Verbrennungstemperatur • 2.1.6. Wärme- und Stoffübertragung an Brennstofftropfen - 2.1.6.1. Stationäre Wärme- und Stoffübertragung - 2.1.6.2. Instationäre Verdunstung • 2.1.7. Verbrennung von festen Brennstoffen - 2.1.7.1. Pyrolyse - 2.1.7.2. Koksabbrand - 2.1.7.3. Koksabbrandzeiten • 2.1.8. Brennstoffspezifische Gestaltung von Verbrennungsapparaten 2.2. Schadstoffbildung bei der Verbrennung • 2.2.1. Kohlenstoffmonoxid CO • 2.2.2. Schwefeloxide SOx • 2.2.3. Stickstoffoxide NOx - 2.2.3.1. Thermische NOx-Bildung - 2.2.3.2. Bildung von Brennstoff-NOx - 2.2.3.3.Maßnahmen zur Reduktion von NOx 3. Wärmeübertrager, Verdampfer, Kondensatoren 3.1. Wärmeübertrager-Bauarten • 3.1.1. Indirekte Wärmeübertrager • 3.1.2. Direkte Wärmeübertrager • 3.1.3. Regeneratoren • 3.1.4. Stromführungsarten und Bezeichnungen 3.2. Wärmeübertrager ohne Phasenwechsel • 3.2.1. Wärmetechnische Grundlagen - 3.2.1.1. Energiebilanzen am Wärmeübertrager - 3.2.1.2. Maximal übertragbare Wärmemenge - 3.2.1.3. Wärmeübertragung - 3.2.1.4. Kenngrößen zur wärmetechnischen Beurteilung von Wärmeübertragern

	- 3.2.1.5. Allgemeine Eigenschaften der Betriebscharakteristik - 3.2.1.6. Betriebscharakteristik für den Gleichstrom - 3.2.1.7. Betriebscharakteristik für den Gegenstrom - 3.2.1.8. Betriebscharakteristik für den Kreuzstrom - 3.2.1.9. Betriebscharakteristik für hintereinandergeschaltete, querangeströmte Rohrreihen - 3.2.1.10. Berechnungsmethode nach VDI-Wärmeatlas - 3.2.1.11. Betriebscharakteristik für gekoppelte Apparate - 3.2.1.12. Betriebscharakteristik für Regeneratoren 3.3. Verdampfer • 3.3.1. Verdampfer bei freier Strömung (Behältersieden) • 3.3.2. Verdampferbauarten in der Verfahrenstechnik 3.4. Kondensatoren und Kühler • 3.4.1. Stoffbilanz an einer Flüssigkeitsoberfläche • 3.4.2. Temperatur einer adiabaten Flüssigkeitsoberfläche • 3.4.3. Zustandsänderung eines Gases beim Überströmen von Flüssigkeitsoberflächen • 3.4.4. Anwendungsbeispiel: Kühler 4. Arbeitsmaschinen: Pumpen und Verdichter 4.1. Einteilung der Arbeitsmaschinen 4.2. Ausgewählte Grundlagen 4.3. Einsatzbereiche 4.4. Anwendungsbeispiele
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studenten sind in der Lage, die bei der Energieumwandlung auftretenden Prozesse zu analysieren und die dabei verwendeten Apparate (z.B. Brenner, Wärmeübertrager sowie Pumpen und Verdichter) zu identifizieren. • Sie können die für die Auslegung verwendeten Parameter berechnen und die Ergebnisse der Rechnung im Bezug auf die Anwendung interpretieren. • Die Studenten sind in der Lage die Theorie auf praktische Anwendungen zu übertragen und die in der Realität auftretenden Probleme zu schildern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: - Wärme- und Stoffübertragung I - Thermodynamik I-II - Strömungsmechanik I
(empfohlene) Voraussetzungen	• Wärme- und Stoffübertragung I • Thermodynamik I-II • Strömungsmechanik I
Literatur	• Vorlesungsumdruck Grundoperationen der Energietechnik
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dirk Müller
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundoperationen der Energietechnik (401088101)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundoperationen der Energietechnik	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Grundoperationen der Energietechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Wärme- und Stoffübertragung I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010928
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Einleitung Mechanismen des Wärmetransports 1.1 Wärmestrahlung 1.2 Wärmeleitung 1.3 Konvektion 2. Wärmestrahlung 2.1: - Strahlungseigenschaften - Wellen-/Quantencharakter - Stefan-Boltzmannsches Gesetz - Plancksches Verteilungsgesetz - Reflexion, Absorption, Transmission - Kirchhoffsches Gesetz - Richtungsabhängige und diffuse Strahlung 2.2 Strahlungsaustausch 2.2.1 Strahldichte 2.2.2 - Strahlungsaustausch zwischen zwei Körpern - Strahlungsaustausch zwischen zwei unendlich ausgedehnten grauen Platten - Strahlungsaustausch zwischen zwei sich umschließenden grauen Körpern 2.3 Gasstrahlung 3. Wärmeleitung 3.1 Differentialgleichung des Temperaturfeldes 3.2 Stationäre, eindimensionale Wärmeleitung ohne Quellen 3.2.1 Ebene Wände mit vorgegebenen Oberflächentemperaturen 3.2.2 Rohrwand mit vorgegebenen Oberflächentemperaturen 3.2.3 Ebene Wände mit konvektivem Übergang 3.2.4 Rohrwand mit konvektiven Wärmeübergang 3.2.5 Wärmeleitung in Rippen Stabrippen und ebene Rippen Kreisrippen 3.3 Stationäre, eindimensionale Wärmeleitung mit Wärmequellen 3.4 Instationäre Wärmeleitung ohne Wärmequellen 3.4.1 Körper mit sehr großer Wärmeleitfähigkeit 3.4.2 - Eindimensionale instationäre Wärmeleitungsprobleme - Halbunendliche Platte mit aufgeprägter Wandtemperatur - Halbunendliche Platte mit nichtvernachlässigbarem Wärmeübergangswiderstand - Halbunendliche Platte mit zeitlich veränderlichen Oberflächentemperaturen 3.4.3 Dimensionslose Kennzahlen und Diagramme zur Beschreibung von Wärmeleitungsvorgängen 4. Konvektion

4.1 Erhaltungsgleichungen für laminare, stationäre, zweidimensionale Strömungen
4.1.1 Kontinuitätsgleichung
4.1.2 Impulsgleichungen (Bewegungsgleichungen)
4.1.3 Energiegleichung

4.2 Erzwungene Konvektion Grenzschichtgleichungen für laminare, stationäre Strömungen
4.2.1 Exakte Lösungen der Grenzschichtgleichungen Analogie zwischen Impuls- und Wärmeaustausch

4.3 Natürliche Konvektion Grenzschichtgleichungen für laminare, stationäre Strömungen

4.4 Wärmeübertragung in turbulenten Strömungen

4.5 Anwendung der Ähnlichkeitstheorie zur Darstellung von Wärmeübertragungsgesetzen

5. Wärmeübergangsgesetze

5.1 Vorbemerkungen

5.2 Zusammenstellung von Wärmeübergangsgesetzen
5.2.1 Wärmeübergangsgesetze für erzwungene Konvektion Umströmte Körper
5.2.2 Erzwungene Konvektion Durchströmte Körper
5.2.3 Natürliche Konvektion Umströmte Körper
5.2.4 Natürliche Konvektion Geschlossene Räume

6. Stoffübertragung

6.1 Stofftransport durch Diffusion

6.2 Stofftransport in einem strömenden Medium

6.3 Diffusiver Stoffübergang an einer Oberfläche

6.4 Analogie zwischen der Wärme- und der Stoffübertragung

6.5 Verdunstung an einer flüssigen Oberfläche

7. Literatur

8.Anhang

Anhang A
Stoffwerte

Anhang B
FunktionenMathematische Formelsammlung

Lernziele/Lernergebnisse

Fachbezogen:

• Nach erfolgreich abgelegter Prüfung sind Studenten in der Lage, die Wärme- und Stoffübertragungsmechanismen Strahlung, Wärmeleitung, Diffusion und Konvektion im Rahmen ingenieurwissenschaftlicher Problemstellungen zu identifizieren.

• Sie sind fähig, die Einflussgrößen dieser Transportmechanismen in Form von dimensionslosen Kennzahlen zu formulieren.

• Sie sind mit der Analogie zwischen Wärme- und Stoffübertragung vertraut. Sie sind ferner in der Lage, die Zulässigkeit verschiedener vereinfachender Annahmen zu beurteilen, die in Bezug auf die Beschreibung technischer Systeme relevant sind.

• Die Studenten beherrschen die mathematische Beschreibung und analytische Lösung der Problemstellungen und die Interpretation der Ergebnisse im Hinblick auf eine gegebene Anwendung.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)

Empfohlene Voraussetzungen:
- Thermodynamik I
- Wärme- und Stoffübertragung I
- Kraftwerksprozesse

(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Strömungsmechanik I • Thermodynamik • Höhere Mathematik I-III Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Wärmeübertrager und Dampferzeuger
Literatur	• Vorlesungsumdruck Wärme- und Stoffübertragung, erhältlich am WSA, ca. 190 Seiten.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur In vier Veranstaltungen wird je ein Bonuspunkt vergeben, wobei maximal drei Bonuspunkte für jeden Studierenden für die Klausur angerechnet werden können. Diese Bonuspunkte können nicht zum Bestehen der Klausur herangezogen werden, sondern dienen der potenziellen Notenverbesserung. Drei Bonuspunkte entsprechen einem Notensprung von 0,3.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Reinhold Kneer
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	150,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Wärme- und Stoffübertragung I (401092801)	1. Semester	2. Semester	7	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Wärme - und Stoffübetragung I	1. Semester	2. Semester	-	2
Selbstrechenübung Wärme- und Stoffübertragung I	1. Semester	2. Semester	-	0
Vorlesung Wärme - und Stoffübetragung I	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Angewandte molekulare Katalyse (Wahlpflichtfach)
Kennung	1515609
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Gemeinsamkeiten und Unterschiede metallorganischer und enzymatischer Katalyse; Methoden der Katalysatorentwicklung (rational design, high throughput techniques, directed evolution); Implementierung molekularer Katalyse in unterschiedlichen Bereichen von Grundchemikalien zu Pharmazeutika; Industrielle asymmetrische Katalyse mit chemischen und biochemischen Methoden; Immobilisierung molekularer Katalysatoren; Ausgewählte Beispiele: z.B. Hydroformylierung, Carbonylierung, (asym.) Hydrierung, (asym.) Oxidation, Dimerisierung und Oligomerisierung von Olefinen, Olefinmetathese, C-C Verknüpfung, (dynamische) kinetische Racematspaltung, Methionin Synthese; aktuelle Trends, z.B. C-H Aktivierung, Kaskaden-Reaktionen, bio-metallorganische Hybridkatalysatoren.
Lernziele/Lernergebnisse	Molekulares und reaktionstechnisches Verständnis der wichtigsten technischen Anwendungen der molekularen Katalyse; Kenntnis über Potenzial und Limitierung moderner katalytischer Methoden im industriellen Einsatz; Fähigkeit zur Beurteilung unterschiedlicher Ansätze und Verfahrensalternativen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• R. H. Crabtree, The Organometallic Chemistry of the Transition Metals, Wiley, New York, 1993 • B. Cornils, W. A. Herrmann (Eds.:), Applied Homogeneous Catalysis with Organometallic Compounds, Wiley-VCH, Weinheim, 2nd ed., 2002 • P.W.N.M. van Leeuwen, Homogeneous Catalysis – Understanding the Art, Kluwer, Dordrecht, 2004 • H. U. Blaser, E. Schmidt, (Eds.) Asymmetric Cataylsis on Industrial Scale, Wiley-VCH, 2004 • A. Liese, K. Seelbach, C. Wandrey, Industrial Biotransformations, Wiley-VCH, Weinheim, 2000.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	keine
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher ChemieModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Walter Leitner
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündl. Prüfung Angewandte molekulare Katalyse (151560901)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Angewandte molekulare Katalyse	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Angewandte molekulare Katalyse	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Angewandte Quantenchemie für Ingenieure (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012503
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Introduction • Applications • Mathematical basics, experimental evidene of QM effects 2 • Properties of the Schrödinger equation and of wave functions • Discussion of the analytical solutions for a particle in a box and the harmonic oscillator 3 • Discussion of the analytical solutions for the rigid rotator and the hydrogen atom 4 • Approximations for the helium atom and multi-electron atoms • Bron-Oppenheimer approximation 5 • LCAO approximation • Hybrid orbitals • Hückel Theory 6 • Roothaan expansion (basis sets I) and Hartree-Fock method • Geometry optimization I • Gaussian software package 7 • Fermi and Coulomb correlation: configuration interaction, Möller-Plesset perturbation theory, Coupled Cluster Theory • Geometry optimization II 8 • Calculation of ideal gas functions 9 • Basis sets II 10 • Electron Correlation II: Static electron correlation • Calculations in the condensed phase I: Car-Parinello MD, Continuum solvation models 11 • Calculations in the condensed phase II: intermolecular interaction & predictive Equation of state 12 • Density functional theroy: basics & most relevant functionals 13 • ab initio reaction kinetics: calculation of potential energy surfaces, transition state theory, tunneling
Lernziele/Lernergebnisse	With respect to the subject: • Understanding of the theoretical basics of quantum mechanics. • Knowledge of the strengths and weaknesses of the most important approximation methods. • In the tutorials the students will aquire the skills necessary to use quantum mechanical software packages to compute properties required in practical engineering applications Not with respect to the subject (e.g. Team work, Presentation, Project Management, etc.): • none
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Handouts are available • Books available in the library will be suggested for further reading
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Kai Leonhard
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Angewandte Quantenchemie für Ingenieure (401250301)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Angewandte Quantenchemie für Ingenieure	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Angewandte Quantenchemie für Ingenieure	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Combustion Chemistry (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012507
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Introduction • Areas of research where fundamentals of chemistry are important (and why) 2 • Fundamentals of Reaction Kinetics • kinetic gas theory, chemical bonds, radicals and their stability • Information on mechanisms from macroscopic rates 3 • Physicochemical fundamentals of combustion • Reaction pathways in combustion, high T hydrocarbon oxidation, examples • Accurate experiments: Current state of the H2/O2 reaction kinetics (of H+O2+M up to 1000 bar) 4 • Experiments in Autoignition kinetics 1 • Introduction to peroxy chemistry and ist influence on engine types • Fundamentals of elementary kinetics in auto-ignition (Developing detailed models from fundamentals and limited experimental data) • Experimental methods to probe elementary reactions at each regime (single reaction, submechanisms, global models) 5 • Experiments in Autoignition kinetics 2 • Determining the rate coefficients of an „nth“ important reaction in a global model • Brief introduction to experimental methods and principles of spectroscopic techniques employed • Shock tube - Laser spectroscopy (e.g. reactions of Alkyl + O2 # products (OH, HO2 etc; RSFR+ O2) • Flow reactor- Laser spectroscopy/Mass-spectrometry 6 • The PES (Potential energy surface) • „Types“ of PES, visualisation, QM calculation • Activation energy and entropy 7 • Partition function and its quantitative influence • Molecular vibrations, rotation &; translation • Effect on chemical equilibrium and on the transition state 8 • Experiments in Autoignition kinetics 3 • Mapping the PES and determing rate constants at a “sub-mechanism level“ using experiments • Flow reactor - optical meausrements/ laser spectroscopy; Time resolved Mass – Spectrometry (ALS-MBMS); TOF-MS • Global and comprehensive models -- experimental • Shock tube - ignition delays, TOF-MS, Emission measurements, GC-MS analysis etc. • Flames, jet stirred reactors, laminar flow reactors, engine experiments 9 • Dynamics on the PES • Classical mechanical determination of paths and rates, • Tunneling, (variational)-TST, microcanonical treatment 10 • Pressure dependent reactions • Master Equation • RRKM 12 • Experimental methods for elementary kinetics of soot formation 2 • Particle level (LII and RAYLIX measurements) • Experimental methods in NOx formation chemistry: N-ARAS &; CH+N2 reaction (experiments and theory– current state) 13 • Current applications and research needs/trends in Combustion chemistry • TMFB approach and strategy used in combustion chemistry modeling and experiments • Automatic model generation (Reaction Mechanism Generator, EXGAS) • Fundamentals of such methods (Benson rules, group and bond additivity) • Model refinement using both experiments and theory (as per current status) • Future research needs and a general outlook (Grand Challenges of combustion in the 21st century)
Lernziele/Lernergebnisse	With respect to the subject: • Understanding of theoretical and experimental methods to investigate chemical aspectsof radical chain reactions which are the basis for combustion • Understanding of the relevance of these processes for technical processes & areas of research where fundamentals of chemistry are important (and why) & applications. • This knwoledge will enable students to determine the chemical combustion properties of novel fuel components that are needed to model a combustion process Not with respect to the subject (e.g. Team work, Presentation, Project Management, etc.): • none
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Script available will be prepared
Sprache	Englisch

Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Kai Leonhard
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Combustion Chemistry (401250701)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Combustion Chemistry	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Combustion Chemistry	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Chemie für Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	1513531
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung: Ammoniaksynthese 2 • Nomenklatur in der Chemie 3 • Chemische Grundlagen 4 • Prinzip der Katalyse 5 • Petrochemische Prozesse: • Crackreaktionen 6 • Petrochemische Prozesse: • Reformierungen 7 • Petrochemische Prozesse: • Dampfreformierung 8 • Petrochemische Prozesse: • Methanol aus Synthesegas 9 • Aromaten 10 • Olefine 11 • Hydroformylierung 12 • Mineralsäuren 13 • Chlor-Alkali-Elektrolyse 14 • Hochofenprozess 15 • Polymerchemie

Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden besitzen ein grundlegendes Verständnis für die Che-mische Prozesskunde. • Sie kennen die molekular-chemischen Transformationen wichtiger Bei-spielprozesse entlang der Wertschöpfungskette von (meist petrochemi-schen) Ausgangsstoffen zu Zwischen- und Endprodukten. • Sie können die in den (im Semester zuvor gehörten) Veranstaltungen "Grundoperationen der Verfahrenstechnik" und "Reaktionstechnik" erar-beiteten Prinzipien des Reaktordesigns und der Reaktionsführung auf stoffliche Beispiele übertragen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Vorlesungsskript • Onken/Behr: Chemische Prozesskunde
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	-
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher ChemieModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantwortlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang F. HölderichUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Marcel Liauw
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Chemie für Verfahrenstechnik (151353101)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Chemie für Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Einführung in optische Systeme für die Produktion (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010847
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 Elektromagnetische Wellen • Analogie mechanische/optische Wellen, • Maxwellgleichungen, Wellengleichung, ebene Wellen, Kugelwellen, • Huygenssches Prinzip, • Reflexion/Transmission, Polarisation 2 Strahlenoptik (paraxiale Optik) • Abgrenzung: Beugungsoptik-Strahlenoptik, • Konstruktion von Abbildungsstrahlengängen, Matrixformalismus • Helmholtz-Lagrange-Invariante, f/# - Zahl und numerische Apertur • Kardinalpunkte und Hauptebenen 3 Aberrationen • Aperturen und Pupillen, • Optische Weglängendifferenz (OPD), • Seidelsche Aberrationstheorie, • Chromatische Aberration, Korrekturprinzipien 4 Ray-Tracing • Prinzip des Ray-Tracing, • Aberrationsdiagramme, • Abbildungsleistung optischer Systeme 5 Optisches Layout und Optimierung • Vorgehen beim Optik Design, Merrit Funktion • Grundformen optischer Systeme 6 Optische Werkstoffe • Grundlagen der linearen Dispersion, • Eigenschaften optischer Gläser, • Metallspiegeloptiken, • Kunststoffe als optische Materialien, • GRIN – Komponenten, • Doppelbrechung 7 Interferenz und Beugung • Zweistrahlinterferenz, Vielstrahlinterferenz, • optische Schichten, • Beugung, Fresnel-Beugung, Fernfeld und Nahfeld
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Berechnungsverfahren der paraxialen Optik und die Abbildungsfehler bei nicht-paraxialer Optik und können diese Verfahren einsetzen. • Sie kennen weiterhin das Ray-Tracing-Verfahren zum Entwurf und zur Optimierung technischer optischer Systeme.

	• Die Studierenden sind in der Lage, diese strahlenoptischen Verfahren abzugrenzen von wellenoptischen Verfahren, die beispielsweise bei der Auslegung beugungsbegrenzter Systeme und von Lasern zu Einsatz kommen. Nicht fachbezogen: • Die Studenten sind in der Lage vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: " Dieses Modul kann nicht belegt werden, wenn das Modul "Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen" parallel belegt wird oder im letztgenannten Modul bereits eine Prüfung abgelegt wurde oder ein Fehlversuch vorliegt. Empfohlene Voraussetzungen " Vorlesung 'Physik für MB'
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • Dieses Modul kann nicht belegt werden, wenn das Modul "Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen" parallel belegt wird oder im letztgenannten Modul bereits eine Prüfung abgelegt wurde oder ein Fehlversuch vorliegt. Empfohlene Voraussetzungen: • Vorlesung „Physik für MB“
Literatur	• Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Carlo Holly
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	30,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündliche Prüfung Einführung in optische Systeme für die Produktion (401084701)	1. Semester	2. Semester	2	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in optische Systeme für die Produktion	1. Semester	2. Semester	-	1
Übung Einführung in optische Systeme für die Produktion	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Angewandte numerische Optimierung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012508
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Definition: Mathematische Optimierung • Problemformulierung: Gütefunktion, Modell und Beschränkungen • Beispiele für Optimierungsprobleme • Klassifizierung von Optimierungsproblemen • Mathematische Grundlagen 1: Stetigkeit, Differenzierbarkeit 2 • Mathematische Grundlagen 2: Gradient, Hessematrix, Konvexität • Optimalitätsbedingungen für unbeschränkte Probleme • Lösungskonzepte für unbeschränkte Probleme: direkte, indirekte numerische Lösung, Prinzip des Line Search und der Trust Region 3 • Line Search Strategien: Armijo und Wolfe Bedingung • Methoden zur Bestimmung einer Abstiegsrichtung: Steilster Abstieg, Konjugierte Gradienten 4 • Methoden zur Bestimmung einer Abstiegsrichtung: Newton-Verfahren • Praktische Newton-Verfahren: Inexakte -, Modifizierte -, Quasi-Newton-Verfahren • Trust-Region-Verfahren: Beispiel Dogleg-Methode 5 • Regressionsprobleme: Methode der kleinsten Fehlerquadrate • Gauss-Newton-Lösungsmethode für Regressionsprobleme • Levenberg-Marquardt-Lösungsmethode für Regressionsprobleme 6 • Beispiel eines Optimierungsproblems: Ethanol-Gewinnung • Herleitung der KKT-Optimalitätsbedingungen 7 • Lineare Programmierung (LP): • Innere-Punkt-Methoden für LPs • Simplex-Verfahren für LPs 8 • Quadratische Programmierung (QP): • Lösung des KKT-Systems für QPs • Active-Set-Methode für QPs • Lösungsstrategien für Nicht-Konvexe-QPs 9 • Methode der Projizierten-Gradienten für QPs • Innere-Punkt-Methoden für QPs • Lösung allgemeiner nichtlinearer Programme (NLP): • Strafterm-Methoden für NLPs 10

	• Log-Barrier Methode für NLPs • Augmented-Lagrangian-Methode für NLPs • SQP-Verfahren: Line-Search SQP 11 • Beispiele für Optimierungsprobleme: • Schichtkristallisator • Destillationskolonne 12 • Einführung in die Gemischt-Ganzzahlige-Optimierung: • Branch and Bound • Outer-Approximation 13 • Einführung in die dynamische Optimierung: • Optimalitätsbedingungen • Simultane Lösungsverfahren: Volldiskretisierung • Kontinuierliche Problemformulierung: Adjungierten-Gleichungen / Hamilton-Form 14 • Dynamische Optimierung: Sequentielles Lösungsverfahren • Herleitung der Sensitivitätsgleichungen • Beispiele für dynamische Optimierungsprobleme • Kurzeinführung in die Zustandsschätzung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden verstehen das Aufstellen von mathematischen Optimierungsproblemen mit Gütefunktion, Modell und Beschränkungen als Basis zur Lösung von beliebigen Problemen. • Die Studierenden beherrschen die Herleitung der Optimalitätsbedingungen für unbeschränkte und beschränkte Probleme mit nichtlinearen Nebenbedingungen. • Die Studierenden haben die Notwendigkeit einer numerischen Lösung für allgemeine mathematische Optimierungsprobleme verstanden und können die numerischen Grundkonzepte in eigenen Algorithmen implementieren. • Jeder Student hat die Klassifizierung von Optimierungsproblemen verstanden und kann beliebige Probleme in die entsprechende Klasse einordnen. Ferner hat jeder Student das Wissen, welche numerische Methode er zur Lösung eines solchen Problems benötigt. • Jeder Student hat die Optimierungsmethode exemplarisch an Aufgabestellung aus dem Maschinenbau/ der Verfahrenstechnik angewandt. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Der Student erlernt die Fähigkeit zur Teamarbeit bei Programmieraufgaben durch Kleingruppenübungen mit dem Programm Matlab (Teamarbeit). • Die Studierenden werden durch die Hausarbeiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren und eine konkrete Lösung zu erarbeiten (Methodenkompetenz).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• T. F. Edgar, D. M. Himmelblau, L. S. Lasdon: Optimization of Chemical Processes. McGraw Hill, New York, 2. Auflage, 2001. • J. Nocedal, S. J. Wright: Numerical Optimization. Springer-Verlag, New York, 1999.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung 3 Programmierübungen Für die Hausaufgaben können Studierende bis zu 10% Bonuspunkte bekommen. Die Hausaufgaben werden von den Studierenden vorbereitet und dann in einem kurzen Kolloquium mit dem Übungsleiter diskutiert.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Alexander Mitsos Ph. D.
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Angewandte numerische Optimierung (401250801)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Angewandte numerische Optimierung	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Angewandte numerische Optimierung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Reaktorsicherheit (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014351
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Aufgabenfelder der Reaktorsicherheit 2 • Radioaktivität • Radioaktive Inventare 3 • Sicherheitskonzept, Begriffe 4 • Nachwärmeproduktion, Nachwärmeabfuhr 5 • Kernschmelzunfälle und Folgen 6 • Reaktivitätsfragen, Temperaturkoeffizienten • Reaktordynamische Gleichung 7 • Reaktivitätsstörfälle 8 • Kühlmittelverluststörfälle 9 • Spezielle Störfälle (Rohrbruch im Dampferzeuger) • Sicherheit des Reaktordruckbehälters • Schäden an der Turbinenanlage • Ausfall der Stromversorgung 10 • Äußere Einwirkungen auf kerntechnische Anlagen 11 • Ausbreitung radioaktiver Stoffe 12 • Risikokonzept, Risikoanalysen • Ereignisabläufe, Fehlerbäume • Zuverlässigkeitsanalysen • Ergebnisse von Risikoanalysen 13 • Störereignisse TMI, Tschernobyl • Anforderungen an zukünftige Reaktoren • Prinzipien der inhärenten Sicherheit • Neue Leichtwasserreaktoren mit erhöhter Sicherheit

	14 • Sicherheitskonzept von Kernreaktoren ohne Kernschmelzen (HTR) • Sicherheitsfragen im Brennstoffkreislauf
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die Sicherheitstechnik von Kernkraftwerken • Die Studierenden können die verschiedenen Reaktortypen unter Sicherheitsgesichtspunkten bewerten • Die Studierenden sind in der Lage verschiedene Störfallszenarien zu bewerten und zu klassifizieren • Die Studierenden können wichtige Aspekte bei Störfallszenarien berechnen • Die Studierenden sind fähig Reaktor- und Sicherheitskonzepte kritisch aus verschiedenen Blickwinkeln zu Bewerten (Wärmetechnik, Strahlenschutz, Reaktortechnik, Risikoanalyse, gesellschaftliche Gesichtspunkte) Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Problemstellungen analysieren und bewerten • Die Übung erfolgt in Kleingruppen so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung Bonuspunkterelegung: Zugeordnete Bonusveranstaltung: Accident Management Seminar (SS) Im Rahmen des Accident Management Seminars wird eine Hausaufgabe vergeben, durch die ein Bonus von maximal 10% auf die Prüfung erlangt werden kann. • Erlangte Bonuspunkte verfallen in dem Semester, in dem das Accident Management Seminar erneut angeboten wird. • Es ist auch ohne Bonuspunkt möglich, die Prüfung mit der bestmöglichen Note zu absolvieren. • Erlangte Bonuspunkte haben keinen Einfluss auf das Prüfungsergebnis, wenn dieses ohne die Bonuspunkte "nicht bestanden" (5.0) lautet.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Hans Josef Allelein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Reaktorsicherheit (401435101)	1. Semester	2. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Bonusveranstaltung Reaktorsicherheit	1. Semester	2. Semester	-	0
Vorlesung Reaktorsicherheit	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Reaktorsicherheit	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Strahlenschutz (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012541
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Übersicht über den Strahlenschutz 2 • Strahlungsquellen • Radioaktivität, Zerfallsgesetz, Aktivität • Zerfallsarten, Röntgenstrahlung 3 • Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Materie • Strahlungsfeld • lineares Energieübertragungs-, Ionisierungsvermögen • Berechnung der Energieabsorption • Teilchenfluss, Reaktionsrate 4 • Dosisgrößen und –einheiten (Energiedosis, Kerma, Ionendosis, Äquivalentdosis) 5 • Biologische Wirkung ionisierender Strahlung • Dosis-Wirkungsbeziehung • stochastische und nicht stochastische Strahlenschäden 6 • Strahlungsmesstechnik • Nachweismethoden • Dosismessung, Ortsdosisleistung, Personendosis 7 • Berechnung der Strahlenexposition (äußere, innere, Inhalation, Ingestion) • Ableitung mit Lift und Wasser 8 • Abschirmung 9 • Schutzmaßnahmen • Dekontamination • Abfallbeseitigung • Emission mit Luft, Wasser 10 • Strahlenschutzregelungen (Atomgesetz, Strahlenschutzverordung, Röntgenverordnung) • Transportvorschriften 11 • Natürliche und zivilisatorische Strahlenexposition 12

	• Strahlenschutzprobleme nach Kernwaffeneinsatz 13 • Nichtionisierende Strahlung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die Schwierigkeiten beim Umgang mit radioaktiven Stoffen • Die Studierenden können die verschiedenen Strahlungsarten und ihre Wirkung bewerten • Die Studierenden können die verschiedenen Strahlenexposition von verschiedenen Strahlungsarten berechnen • Die Studierenden sind fähig die Wechselwirkung von Strahlung zu beschreiben und zu berechnen (biologische Aspekte, materialtechnische Aspekte, Risiko Aspekte, gesellschaftliche Gesichtspunkte) Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Problemstellungen analysieren und bewerten • Die Übung erfolgt in Kleingruppen so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Hans Josef Allelein Dr.-Ing. Inga Maren Tragsdorf
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strahlenschutz (401254101)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strahlenschutz	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Strahlenschutz	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Angewandte Chemische Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014357
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	8 Termine mit jeweils 3 Stunden. Termin 1 (Labor): Einführung in die Thematik (Reaktion, Wiederholung der mathematischen Beschreibungsgleichungen), Sicherheitseinweisung, erste Versuche mit Rohrreaktor Termin 2 (Labor): Messen verschiedener stationärer Zustände, selbstständiges Erarbeiten von Messreihen zur Bestimmung der Kinetikparameter für die folgenden Termine und die anschließende Simulation. Termin 3 (MATLAB): Interaktive Einführung in die Umgebung von MATLAB. Termin 4 (MATLAB): Implementierung eines Skriptes zur Reaktionsparameteranpassung auf Grundlage der Messwerte und der vorliegenden Reaktion. Termin 5 (COMSOL): Interaktive Einführung in die Simulationsumgebung von COMSOL Multiphysics. Erste Schritte in Richtung der Implementierung des Rohrreaktors. Termin 6 & 7 (COMSOL): Implementierung des Rohrreaktors und simulative Beschreibung der individuellen Problemstellung. Anschließend wird eine Parameterstudie auf Basis der Simulation durchgeführt. Termin 8 (Vortrag): Halten der Vorträge zur individuellen Problemstellung und Abgabe der schriftlichen Ausarbeitung.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Bei erfolgreicher Teilnahme an der Modulveranstaltung bekommen die Studierenden einen praktischen Einblick in die Methodik der chemischen Reaktorauslegung. Auf Basis der in der Veranstaltung "Chemische Verfahrenstechnik" (M.Sc.) erarbeiteten theoretischen Grundlagen der chemischen Reaktorauslegung erarbeiten die Studierenden: • Experimentelle Fähigkeiten durch die Bestimmung von Reaktionskinetikparametern mit Hilfe von selbst erarbeiteten Messdaten • Methodiken zur weiteren Verarbeitung der erlangten Messdaten mit einem selbstgeschriebenen Skript in MATLAB • Erste Einblicke in die Simulationsumgebung von COMSOL Multiphysics. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Implementierung von CFD Simulationen mit Umwandlung von chemischen Stoffen Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden können durch die Teilnahme an der Modulveranstaltung Reaktionen und Reaktionskinetiken in einem Rohrreaktor quantifizieren und simulativ reproduzieren, die wesentlichen Stofftransportvorgänge modellieren und dadurch ihren Einfluss auf die ablaufenden chemischen Reaktionen vorhersagen. Hierbei bauen die Studierenden ein Grundlagenwissen der Software MATLAB und COMSOL auf. Sie sind in der Lage, das Verhalten realer Reaktoren aus der ingenieurwissenschaftlichen Praxis mithilfe von geeigneten Modellierungsansätzen zu beschreiben und praxisnah umzusetzen. Sonstiges (fakultativ): keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Chemische Verfahrenstechnik (M.Sc.)
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • keine Empfohlene Voraussetzungen:

	• Chemische Verfahrenstechnik (M.Sc.)
Literatur	Veranstaltungsliteratur: Baerns, Hoffmann, Renken: Chemische Reaktionstechnik, Lehrbuch der technischen Chemie 1, Wiley-VCH; 3. Auflage (1999) Empfohlene weiterführende Literatur: John F. Wendt: Computational Fluid Dynamics, Springer; 3. Auflage (2010)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Das Modul wird über einen Vortrag und eine schriftliche Ausarbeitung der individuellen Aufgabenstellung benotet. Hierbei ergibt sich die Endnote zu 50 % aus dem Vortrag und zu 50 % aus der schriftlichen Ausarbeitung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Angewandte Chemische Verfahrenstechnik (401435701)	1. Semester	2. Semester	5	0
Praktikum Angewandte Chemische Verfahrenstechnik (401435702)	1. Semester	2. Semester	0	-

Modultitel	Mechanische Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014440
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Ähnlichkeitstheorie: 2. Grundlagen der Dimensionsanalyse Ähnlichkeitstheorie: Modellübertragung, Grundlagen und Beispiele 3. Partikeltechnologie, Feststoffzerkleinerung: Methoden, Modellierung von Zerkleinerungsmaschinen 4. Partikeltechnologie, Zerstäuben: Prinzip, Oberflächenspannung, Zerstäubungsvorrichtungen Energiebedarf der Zerstäubung, ähnlichkeitstheoretische Darstellung 5. Partikeltechnologie, Kornverteilungen: Korngrößenmessverfahren Spezielle Größenverteilungen, RRS-Verteilung 6. Partikeltechnologie, Partikelhaufwerke: Spezifische Oberfläche Oberflächenbestimmung, Messverfahren 7. Mechanische Stofftrennverfahren, Siebung: Kennzeichnung eines Siebprozesses Siebmethoden und -maschinen 8. Mechanische Stofftrennverfahren, Sedimentation: Auslegung von Sedimentationsapparaten 9. Mechanische Stofftrennverfahren, Zentrifugation: Auslegung von Zentrifugen 10. Mechanische Stofftrennverfahren: Gaszyklon: Prinzip, Dimensionierung Hydrozyklon: Prinzip, Dimensionierung 11. Mechanische Stofftrennverfahren, Filtration: Kapillarmodell zur Beschreibung der Filtration Filtrationsapparate, Filtermedien 12. Mechanische Stofftrennverfahren, Filtration: Theoretische Beschreibung der Filtration (Konstanter Durchsatz, konstante Druckdifferenz)Optimaler Betrieb diskontinuierlich arbeitender Filter 13. Mischen und Rühren: Rührertypen, Ermittlung der Antriebsleistung Aufwirbeln von Suspensionen 14. Mischen und Rühren: Wärmetransport an gerührte Substanzen omogenisieren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden vertiefen ihr Wissen über die Grundoperationen der mechanischen Verfahrenstechnik. • Sie sind in der Lage, die in der Vorlesung vorgestellten sowie prinzipgleiche Verfahren aus den Bereichen der Zerkleinerung und der mechanischen Stofftrennung selbstständig modelltheoretisch zu beschreiben. • Sie können außerdem das Grundprinzip der Prozesse erfassen und Apparate der mechanischen Verfahrenstechnik für bestimmte Anforderungen auslegen. Weiterhin können sie mit Hilfe der Dimensionsanalyse und der Ähnlichkeitstheorie prozess- oder apparatespezifische Kennzahlen ermitteln und eine Größenübertragung beliebiger Prozesse der Verfahrenstechnik eigenständig durchführen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsumdruck "Mechanische Verfahrenstechnik" (erhältlich am IVT), 175 Seiten mit zahlreichen Abbildungen

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Ronald Gebhardt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Mechanische Verfahrenstechnik (401444001)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mechanische Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Mechanische Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Modellierung technischer Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011584
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung und Abgrenzung der Begriffe „Prozess“ und „Modell“ • „Prozessgrößen“ und „Modellgleichungen“ als grundlegende Konzepte der Modellentwicklung • Vorstellung der Modellgleichungsstruktur bestehend aus Bilanzgleichungen, konstitutiven Gleichungen und weiteren Gleichungen zur Beschreibung des Verhaltens verfahrenstechnischer Prozesse 2 • Allgemeine differentielle Bilanzgleichung für Phasen • Verknüpfung von Phänomenen des Prozesses mit den Termen der differentiellen Bilanzgleichung, d.h. Speicherterm, konvektiver und diffusiver Transportterm und Quellterm • Herleitung der differentiellen Gesamtmassenbilanz und Massenbilanz eines Stoffes im Gemisch aus der allgemeinen differentiellen Bilanzgleichung 3 • Herleitung der differentiellen Impulsbilanz, Bilanzen für verschiedene Energieformen und der Entropiebilanz 4 • Allgemeine differentielle Bilanzgleichung für Oberflächen • Dimensionsreduktion differentieller Bilanzen bei nur zwei oder einer berücksichtigten Ortsdimension 5 • Allgemeine integrale Bilanzgleichung für Phasen • Verknüpfung von Phänomenen des Prozesses mit den Termen der integralen Bilanzgleichung, d.h. Speicherterm, Transportterm, Quellterm und Austauschterm • Herleitung der integralen Massenbilanz und Massenbilanz eines Stoffes im Gemisch, Impulsbilanz, Energiebilanz und Entropiebilanz aus der allgemeinen integralen Bilanzgleichung 6 • Herleitung der integralen Bilanzen für den Spezialfall ideal durchmischter Systeme • Modellvervollständigung mit konstitutiven Gleichungen für Transportterme und Quellterme in den Bilanzgleichungen für Phasen 7 • Modellvervollständigung mit konstitutiven Gleichungen für Transportterme und Quellterme in Bilanzgleichungen für Oberflächen • Modellvervollständigung mit weiteren konstitutiven Gleichungen und Zwangsbedingungen 8 • Einführung in die Systemtheorie • Systemkonzept, Systemdarstellung und Systementwicklung als Werkzeuge zur methodischen Behandlung beliebiger Systeme 9 • Anwendung der Methoden der Systemtheorie auf Modelle als spezielle Systeme • Einführung von Modellbausteinen zur Modellstrukturierung im Sinne der Systementwicklung • „Komponenten“ und „Verknüpfungen“ als spezielle Modellbausteine zur Modelldarstellung im Sinne der Systemdarstellung

	10 • Elementare Modellbausteine • Charakterisierung von elementaren Modellbausteinen mittels Merkmalslisten im Sinne des Systemkonzepts 11 • Nicht-elementare Modellbausteine und deren Merkmalslisten 12 • Klassifizierung der Struktur von Gleichungssystemen typischer verfahrenstechnischer Modelle • Kriterien und Analysemethoden zur Lösbarkeit von stationären Modellen 13 • Kriterien und Analysemethoden zur Lösbarkeit von dynamischen Modellen 14 • Anwendung des vollständigen Modellierungsprozesses an Hand eines konkreten Beispiels
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Grundlagen einer systematischen Modellentwicklung für verfahrenstechnische Prozesse. Sie kennen Analysemethoden zur Bewertung von mathematischen Modellen und können die Merkmale allgemeiner Modellbausteine benennen. • Die Studierenden verstehen die Bedeutung der einzelnen mathematischen Terme der Modellgleichungen, können diese interpretieren und daraus Schlüsse und Folgerungen über das Verhalten des modellierten Prozesses ziehen. • Die Studierenden können die Methoden der Modellentwicklung und Analyse auf neue unbekannte Prozesse anwenden. • Aufgrund der weit gefächerten interdisziplinären Herkunft verfahrenstechnischer Prozesse bringen die Studierenden Kenntnisse anderer Fachrichtungen ein, beispielsweise der chemischen, mechanischen, biologischen und thermischen Verfahrenstechnik sowie der Anlagentechnik und Prozessleittechnik. • Die Studierenden können die Phänomene eines verfahrenstechnischen Prozesses isolieren, ihre prozesstechnische Relevanz bestimmen und darauf aufbauend Modelle mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad entwickeln. • Die Studierenden können die Güte von Prozessmodellen anhand geeigneter Analysemethoden beurteilen, alternative Modelle kritisch vergleichen und ggf. verbessern Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundoperationen der Verfahrenstechnik " Reaktionstechnik " Thermodynamik der Gemische
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): Grundoperationen der Verfahrenstechnik Reaktionstechnik Thermodynamik der Gemische
Literatur	• Vorlesungsskript • Aufgabensammlung zur Klausurvorbereitung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Alexander Mitsos Ph. D.
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Modellierung technischer Systeme (401158401)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminaristische Übung Modellierung technischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	0
Vorlesung/Übung Modellierung technischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Thermische Trennverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011515
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung und Überblick zu den thermischen Trennverfahren Diskontinuierliche Destillation 2 • Kontinuierliche einstufige Destillation Idee des Gegenstroms, Kaskadenschaltung 3 • Allgemeine Darstellung Thermischer Trennverfahren Modellierung einer Verstärkungskolonne basierend auf der allgemeinen Darstellung thermischer Trennverfahren Auslegung der Verstärkungskolonne nach dem McCabe-Thiele-Verfahren 4 • Wahl des optimalen Rücklaufverhältnisses Auslegung von Destillationskolonnen nach dem McCabe-Thiele-Verfahren 5 • Konstruktion des Abtriebteils Konstruktion des Zulaufs Short-Cut-Verfahren nach Fenske, Underwood und Gilliland 6 • Bauformen von Bodenkolonnen Bauformen von Füllkörper -und Packungskolonnen 7 • Wirksamkeit von Einbauten Belastungsgrenzen 8 • Einführung und Überblick zur Extraktion Einstufige und Kreuzstrom-Extraktion im Dreiecks und im Beladungsdiagramm Analytische Beschreibung der einstufigen und der Kreuzstrom-Extraktion 9 • Gegenstromextraktion im Dreiecksdiagramm, Polstrahlverfahren 10 • Minimale Lösungsmittelmenge bei der Gegenstromextraktion Anforderungen an Extraktionsmitte Bauformen von Extraktionskolonnen 11 • Einführung und Überblick zur Absorption Anforderungen an das Lösungsmittel HTU-NTU-Verfahren 12 • Ponchon-Savarit-Verfahren, Verallgemeinerung des McCabe-Thiele Verfahrens Darstellung der Destillation im Energie-Zusammensetzungsdiagramm 13 • Mehrstoffdestillation

	• Kristallisation 14 • Detaillierter Überblick zu den Verfahren Adsorption, Chromatografie und Trennung von Flüssig-Flüssig-Dispersionen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden können die verschiedenen zur Verfügung stehenden thermischen Trennverfahren einordnen und vergleichen. • Die Studierenden können für eine Trennaufgabe das am besten geeignete thermische Trennverfahren auswählen. • Die Studierenden sind fähig Trennapparate detailliert zu modellieren. • Die Studierenden sind fähig den apparativen Aufwand von Trennkolonnen mit Short-Cut-Verfahren abzuschätzen. • Die Studierenden kennen praktische Ausführungen von Kolonnen. • Die Studierenden kennen den Einfluss von Betriebsparametern auf das Trennverhalten der Kolonnen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Lösung von Übungsaufgaben in Teamarbeit • PC-basierte Gruppenübung • Laborübung
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Thermodynamik der Gemische Voraussetzung für (z.B. andere Module): " Prozessintensivierung und Thermische Hybridverfahren
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): Thermodynamik der Gemische
Literatur	Skript zur Vorlesung beim Übungsbetreuer erhältlich Thermische Trennverfahren. Grundlagen, Auslegung, Apparate, K. Sattler und T. Adrian, ISBN: 3527302433
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Andreas Jupke
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Thermische Trennverfahren (401151501)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Thermische Trennverfahren	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Thermische Trennverfahren	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Gasdynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011055
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Thermodynamische Grundlagen: • Zustandsgleichung idealer Gase, • erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik 2 • Isentrope Unter- und Überschallströmung: • Energiesatz, • Zustandsänderungen bei isentroper Strömung, • kritische Schallgeschwindigkeit 3 • Düsenströmungen: • Quasi-eindimensionale Erhaltungsgleichungen, • Geschwindigkeits-Flächenbeziehung 4 • Düsenströmungen und senkrechter Verdichtungsstoß: • Strömungsformen in Abhängigkeit des Gegendruckes, • Sprungbedingungen • Zustandsänderungen über einen senkrechten Verdichtungsstoß 5 • Senkrechter Verdichtungsstoß: • Prandtl-Gleichung, • Entropieproduktion über einen Stoß, • Ruhedruckverlust 6 • Näherungen für schwache Stöße: • Abhängigkeit Druckerhöhung Entropieproduktion, • Möglichkeit eines Expansionsstoßes 7 • Schräge Verdichtungsstöße: • Erhaltungsgleichungen, • Sprungbedingungen, • Zustandsänderungen über einen schrägen Stoß, • Stoßpolarendiagramm 8 • Schwache schräge Verdichtungsstöße: • Prandtl-Meyer Strömungen: • Herleitung der Prandtl-Meyer Beziehung, • Anwendung auf Kompressions- und Expansionsströmungen 9 • Umströmung schwach angestellter, schlanker Profile: • Aufstellung der Näherungsformeln,

	• Ermittlung der Auftriebs- und Widerstandsbeiwerte 10 • Charakteristikentheorie: • Crocco'scher Wirbelsatz und gasdynamische Grundgleichung, • Kompatibilitätsbedingungen 11 • Anwendung der Charakteristikentheorie: • auf Düsenströmungen, • Wechselwirkungen mit Freistrahlen, • nichteinfache Strömungsgebiete 12 • Potentialtheorie: • Linearisierung der Potentialgleichung, • Lösungsansatz nach d'Alembert, • Gültigkeitsbereich, • Störpotentialgleichung für schallnahe Strömungen 13 • Anwendung der Potentialtheorie: • zur Berechnung von Profilumströmungen und Innenströmungen, • Aufstellen entsprechender Randbedingungen 14 • Gasdynamische Ähnlichkeitsgesetze: • ebene Strömungen, • Transformationsbedingungen, • Ähnlichkeitsgesetze nach Prandtl-Glauert und Göthert 15 • Gasdynamische Ähnlichkeitsgesetze: • Erweiterung auf dreidimensionale Strömungen, • Transformation der Randbedingungen, • Rotationssymmetrische Strömungen als Sonderfall der dreidimensionalen Strömungen, • Ähnlichkeitsgesetze für schallnahe Strömungen
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studenten sind in der Lage, selbständig gasdynamische Fragestellungen zu erkennen und diese systematisch zu analysieren und zu lösen. • Sie können in der Theorie verschiedene Lösungsmethoden auswählen und der Aufgabenstellung entsprechend anwenden. • Die Studenten beherrschen die Grundlagen zur Berechnung stationärer Überschallströmungen mit und ohne eingelagerte Verdichtungsstöße und Expansionsgebiete. • Angewendet werden diese Kenntnisse zur Bestimmung der Düsenströmung, der Profilumströmung im Überschall und zur Herleitung gasdynamischer Ähnlichkeitsgesetze.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Gasdynamik
(empfohlene) Voraussetzungen	empfohlen: Strömungsmechanik
Literatur	Vorlesungsskript Gasdynamik, 147 Seiten, zahlreiche Abbildungen und Diagramme
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Karl Alexander Heufer

ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Gasdynamik (401105501)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Gasdynamik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Gasdynamik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Flugregelung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011707
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • EINFÜHRUNG • Zielsetzung • Historie • Quellen 2 • GRUNDLAGEN • Grundbegriffe • Beschreibungsformen • Der Regelkreis 3 • Auslegungsziele • Auslegungsverfahren 4 • ELEMENTE DER FLUGREGELKREISE • Regelstrecke • Bewegungsgleichungen • Dynamisches Verhalten 5 • Messgrößen, Stellgrößen, Störgrößen • Regelungsprinzipien 6 • AUFGABEN UND STRUKTUR DER FLUGREGELKREISE • Aufgaben • Auslegungsziele 7 • VERBESSERUNG DER FLUGEIGENSCHAFTEN • Eigenverhalten • Nickdämpfer • Phygoiddämpfung 8 • Eigenverhalten • Gierdämpfer • Rolldämpfer< 9 • Führungsverhalten • Lageregler • Kurvenkoordinierung • Kurvenkompensation 10 • Führungsverhalten • Vorgaberegler • Modellfolgeregler 11 • REGLER ZUR BAHNFÜHRUNG • Höhenregelung • Fahrtregelung • Kursregelung 12 • ERWEITERUNG DER EINSATZGRENZEN • Reduzierte Stabilität • Lastabminderung • Schwingungsdämpfung 13 • REALISIERUNGSGESICHTSPUNKTE • Strukturdynamik • Signalverarbeitung • Sicherheit 14 • REALISIERUNGSBEISPIELE • Do328 • A320 • ATTAS • VTOL-UAV
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die grundlegenden Auslegungsziele und Auslegungsverfahren für Flugregelungssysteme und sie verstehen die Aufgaben und die Struktur der Flugregelkreise. • Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse bei einfachen Aufgaben des Entwurfs von Systemen zur Modifikation der Flugeigenschaften, Reglern zur Bahnführung und zur Erweiterung der Einsatzgrenzen anzuwenden. • Die Studierenden können die Wirkungen unterschiedlicher Messgrößen und Stellgrößen in einem Gesamt-Flugführungssystem beurteilen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen:_ " Flugdynamik " Regelungstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Flugdynamik • Regelungstechnik
Literatur	• Skript "Flugregelung" • Brockhaus, "Flugregelung", Springer 2001, ISBN 3-540-41890-3
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung oder eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dieter Moormann

ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Flugregelung (401170701)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Flugregelung	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Flugregelung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Raumflugmechanik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011701
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • SONNENSYSTEM 2 • ALLGEMEINE DEFINITIONEN • Maßsysteme • Koordinatensysteme • Zeitdefinitionen 3 • ZWEI-KÖRPER-PROBLEM • Kepler • Newton 4 • BEWEGUNGSGLEICHUNGEN 5 • LÖSUNG DER RELATIVBEWEGUNG 6 • KEGELSCHNITTE • Grundaufgaben 7 • SCHWEREFELD DER ERDE 8 • BALLISTISCHE BAHNEN 9 • FLUCHT- UND EINFANGBAHNEN 10 • ÜBERGANGANGSBAHNEN • Hohmann-Transfer 11 • BI-Elliptische Übergangsbahnen • Räumliche Übergangsbahnen 12 • GESCHWINDIGKEITSTRANSFORMATIONEN • Swing-By 13 • LAMBERT´S THEOREM 14

	• Anwendung Lambert´sches Theorem
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die Grundbegriffe und Grundgleichungen zur Berechnung von Raumflugbahnen unter dem Einfluss von zwei gravitationsbehafteten Körpern • Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse bei einfachen Aufgaben der Auslegung von ballistischen Bahnen, Flucht- und Einfangbahnen und Übergangsbahnen anzuwenden • Die Studierenden können die Anwendbarkeit und die Grenzen der hergeleiteten Methoden beurteilen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Raumfahrzeugbau I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Raumfahrzeugbau I
Literatur	• Skript "Raumfflugmechanik I" • W. Steiner, M. Schagerl "Raumflugmechanik", Springer, ISBN 3-540-20761-9
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dieter Moormann
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Raumflugmechanik I (401170101)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Raumflugmechanik I	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Raumflugmechanik I	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Modellgestützte Schätzmethoden (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113434
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Die Studierenden können inverse Probleme erkennen. 2 • Die Studierenden können die grundlegenden Fehlermodelle benennen. • Die Studierenden sind mit den Grundlagen aus der angewandten Stochastik vertraut und kennen z. B. die Bedeutung einer Zufallsvariable. 3 • Die Studierenden kennen Schätzverfahren und deren Anwendungsgebiete. • Die Studierenden kennen die Maximum-Likelihood Methode und können diese anwenden. • Die Studierenden kennen die Methode der kleinsten Fehlerquadrate und können demonstrieren, in welchen Fällen diese ein so genannter 'best linear unbiased estimator' (BLUE) ist. 4 • Die Studierenden können lineare inverse Probleme formulieren und deren Schlechtgestelltheit analysieren. • Die Studierenden kennen das Lösungsverhalten schlecht gestellter Probleme. 5 • Die Studierenden können die Eigenvektorzerlegung darstellen und auf Beispiele anwenden. 6 • Die Studierenden können die Verbindung von Eigenwerten und der Schlechtgestelltheit erläutern. • Die Studierenden können die abgeschnittene Singulärwertzerlegung zum Lösen schlecht gestellter Probleme nutzen und begründen, warum die Methode sinnvoll ist. • Die Studierenden kennen die Singulärwertzerlegung und können diese anwenden. 7 • Die Studierenden können die regularisierenden Eigenschaften der Diskretisierung begründen. • Die Studierenden können die regularisierenden Eigenschaften iterativer Löser erläutern. • Die Studierenden können die Tikhonov Regularisierung erläutern. 8 • Die Studierenden können das Diskrepanzprinzip erläutern und anwenden. • Die Studierenden kennen wesentliche Methoden zur Wahl des Regularisierungsparameters. • Die Studierenden können das L-Kurven Kriterium erläutern und anwenden. 9 • Die Studierenden können den Luenberger Beobachter analysieren und erläutern. • Die Studierenden können Lösungsstrategien inverser Probleme auf den Problemkreis der Zustandsschätzung anwenden. • Sie können den Begriff der Beobachtbarkeit für LTI-Systeme erläutern. 10 • Die Studierenden können den Begriff der Systeminversion erläutern. • Die Studierenden können die Lösungsstrategien inverser Probleme auf die Problemklasse der Eingangsschätzung anwenden. 11

	• Die Studierenden können geeignete Gütefunktionen auswählen und begründen. • Die Studierenden können Eingangsschätzprobleme mittels Zustandserweiterung selbständig analysieren und lösen. • Die Studierenden können Parameterschätzprobleme lösen. 12 • Die Studierenden können eine Konfidenzanalyse durchführen. • Die Studierenden können die Lösung eines Parameterschätzproblems analysieren und kritisch hinterfragen. 13 • Die Studierenden können zwischen konkurrierenden Modellstrukturen wählen und ihre Wahl begründen. • Die Studierenden kennen die Konzepte der optimale Versuchsplanung und • können diese auf Beispielprobleme anwenden. 14 • Die Studierenden lernen Beispiele inverser, schlecht gestellter Probleme aus dem Forschungsumfeld kennen und können diese klassifizieren. 15 • Die Studierenden lernen Beispiele inverser, schlecht gestellter Probleme aus dem Industrieumfeld kennen und können diese klassifizieren.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden können inverse Probleme erkennen und erklären • Die Studierenden sind in der Lagem die Schlechtgestelltheti eines Problems zu analysieren. • Die Studierenden kennen die wichtigsten regularisierungsstrategien zur Lösung schlecht gestellter Probleme und können diese auf konkrete Probleme anwenden. • Die Studierenden können die Angemessenheit eines mathematischen Modells für einen Prozess beurteilen. • Die Studierenden kennen die Konzepte der optimalen Versuchsplanung und können diese auf konkrete Beispiele anwenden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können einfache Programme in Matlab implementieren (wird in den Übungen erlernt) Die Schlüsselqualifikationen sollen während der Vorlesungen, der entsprechenden begleitenden Übungen und Selbststudium erworben werden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.): " Englisch (Beschäftigung mit englischsprachiger Fachliteratur im Selbststudium) " Praktische Erfahrungen mit einer höheren Programmiersprache (in den Übungen müssen kleinere Aufgaben in Matlab implementiert werden)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Englisch (Beschäftigung mit englischsprachiger Fachliteratur im Selbststudium) • Praktische Erfahrungen mit einer höheren Programmiersprache (in den Übungen müssen kleinere Aufgaben in Matlab implementiert werden)
Literatur	• Y. Bard. "Nonlinear Parameter Estimation" • P.C. Hansen. "Rank-deficient and ill-posed Problems" • H.W. Engl. „Inverse Problems“
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher MathematikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher:

	Dr.-Ing. Adel Mhamdi
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Modellgestützte Schätzmethoden (111343402)	2. Semester	1. Semester	0	2
Klausur Modellgestützte Schätzmethoden (111343401)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Modellgestützte Schätzmethoden	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Prozessentwicklung in der Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013366
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung • Systematischer Lösungsansatz 2 • Entscheidungshierarchie nach Douglas • Ausgangssituation, Ermittlung des wirtschaftlichen Potentials alternativer Synthesewege 3 • Entscheidungshierarchie nach Douglas • Definition eines einfachen Prozesses, Ein- / Ausgangsstruktur 4 • Gestaltung des Reaktorsystems • Reaktorauswahl, Methode der erreichbaren Gebiete für Reaktornetzwerke 5 • Gestaltung des Trennsystems • Überblick, Entwurf der Gastrennung 6 • Gestaltung des Trennsystems • Entwurf der Flüssigkeitstrennung 7 • Gestaltung des Trennsystems • Entwurf der Flüssigkeitstrennung 8 • Gestaltung des Trennsystems • Rückstandslinien, Sequenzierung von Destillationskolonnen 9 • Sicherheit, Umweltschutz • Umweltschutz beim Fließbildentwurf, Gefahrenpotentiale, Maßnahmen, CO2 -Emissionen 10 • Prozessberechung • Massenbilanzen von Mischer, Stromteiler, Reaktor, Destillation, Absorption/Extraktion 11 • Prozessberechnung • Energiebilanzierung, Enthalpieberechnung von Stoffströmen, Energiebilanzen von Wärmetauscher, Reaktor, Pumpen, Kompressoren, Kälteanlagen 12 • Grobdimensionierung von Apparaten • Dimensionierung von Behältern, Reaktoren, Wärmetauschern, Destillationskolonnen, Absorptionskolonnen

	13 • Kostenschätzung und wirtschaftliche Bewertung • Abschätzung der Herstellkosten, Aufteilung der Gesamtkosten, Kapitalkosten, Abschreibung, Bewertung von Investitionsalternativen durch einperiodische und mehrperiodische Verfahren 14 • Methoden der Energieintegration • Berechnung der minimalen zu- und abzuführenden Wärmen mit der Pinchmethode, minimale Anzahl der Wärmetauscher, Entwurf des Wärmetauschernetzwerkes 15 • Methoden der Energieintegration • Energieintegration von Destillationskolonnen, Wärmekraftmaschinen und Wärmepumpen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind in der Lage, Fließbilder verfahrenstechnischer Prozesse nach der Entscheidungshierarchie von Douglas zu entwickeln: von Ausgangssituation über Ein- und Ausgangsstruktur sowie Rückführungsstruktur zur Gestaltung des Reaktorsystems und des Trennsystems. • Die Studierenden beherrschen die Berechnung der im Fließbild auftretenden Stoff- und Energieströme mit einfachen Massen- und Energiebilanzen. • Sie können die wichtigsten Apparate verfahrentechnischer Prozesses grob dimensionieren. • Die Studierenden sind in der Lage die Investitionskosten und Produktionskosten eines Prozesses grob abzuschätzen. Mit Methoden der ökonomischen Bewertung können sie Prozessalternativen hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit vergleichen und eine Entscheidung für die attraktivste Alternative fällen. • Die Studierenden beherrschen die Pinch-Analyse, um das Potential für eine Energieintegration innerhalb eines verfahrenstechnischen Prozesses zu ermitteln. • Sie können ein Wärmetauschernetzwerk mit heuristischen Regeln entwerfen, mit dem dieses Potential ausgeschöpft wird. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundoperationen der Verfahrenstechnik " Reaktionstechnik " Wärme- und Stoffübertragung I " Thermodynamik der Gemische
(empfohlene) Voraussetzungen	empfohlen: • Grundoperationen der Verfahrenstechnik • Reaktionstechnik • Wärme- und Stoffübertragung I • Thermodynamik der Gemische
Literatur	Vorlesungsumdruck Prozessentwicklung in der Verfahrenstechnik mit Übungsaufgaben, 265 Seiten
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Alexander Mitsos Ph. D.
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Prozessentwicklung in der Verfahrenstechnik (401336601)	2. Semester	1. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Prozessentwicklung in der Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Anlagenweite Regelung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013318
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in das Thema der anlagenweiten Regelung • Wiederholung graphischer Symbole und Kennbuchstaben der EMSR-Technik, um die Regelstrukturen verstehen zu können. 2 • Wiederholung der wichtigsten Prozessgrößen, deren Klassifikation und Auswahl • Einführung der Freiheitsgradanalyse, teilweise Wiederholung und Erweiterung der Kenntnisse aus der Regelungstechnik • Einführung in die Software Matlab, die als Standard-Software zur Lösung relevanter Fragen im Bereich anlagenweite Regelung verwandt wird 3 • Einführung von Mehrgrößenregelung, als Erweiterung der Kenntnisse aus der Regelungstechnik • Diskussion von Regelkreisstrukturen, die häufige Anwendung in Theorie und Praxis erhalten • Einführung des Tennessee Eastman Prozesses, als Standardbeispiel für anlagenweite Regelung 4 • Wiederholung und Erweitung der Systemdarstellungen, die für die anlagenweite Regelung benötigt werden • Die Hauptregelaufgaben der Prozesse werden herausgearbeitet 5 • Systemdarstellung bzw. die Einführung der zwei möglichen Verhalten von Systemen • Analyse des stationären Verhaltens von Prozessen als Standardfall • Freiheitsgradanalyse und Regelparametrierung als Methoden in der industriellen Praxis 6 • Analyse des dynamischen Verhaltens von Prozessen • Aufzeigen dieser Systemeigenschaften 7 • Stabilität und Richtungsabhängigkeit von Mehrgrößensystemen als wichtige Anforderung an anlagenweite Regelung 8 • Dezidierte Betrachtung der Eigenschaften von Mehrgrößensystemen mit zentraler Regelung 9 • Diskussion der erreichbaren Regelgüte bei zentraler Regelung, um die Vor- und Nachteile dieser Methode abschätzen zu können 10 • Diskussion der erreichbaren Regelgüte bei dezentraler Regelung, um die Vor- und Nachteile dieser Methode abschätzen zu können 11 • Zusammenführung aller vorhergehend eingeführten Methoden zur anlagenweiten Regelung

	12 • Betrachtung der Besonderheiten bei dezentraler Regelung: Paarung von Stell- und Regelgrößen 13 • Zusammentragen der erlernten Erkenntnisse und praktische Umsetzung des Erlernten bei der Regelung einer realen Technikumskolonne 14 • Als weiterführendes Thema: Einführung in lineare modell-prädiktive Regelung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind mit dem allgemeinen Aufgabengebiet der Prozessführung vertraut. Ihnen wird die Problematik dargestellt, die auftritt, wenn mehrere Apparate in einer Anlage mit einer komplexen Regelstruktur betrieben werden. • Die Studierenden kennen verschiedene Mehrgrößenregelsysteme und spezielle Regelkreisstrukturen. • Die Studierenden verstehen die beiden gängigen Systemdarstellungen des Zustandsraums und des Frequenzbereichs. • Sie können das Verhalten von stationären und dynamischen Systemen analysieren. • Die Studierenden können ein System mittels der Kriterien Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit und Stabilität charakterisieren. • Sie kennen die Unterschiede und die Vor- bzw. Nachteile zwischen einer zentralen und einer dezentralen Regelung. • Die Studierenden kennen verschiedene Ansätze, um eine anlagenweite Regelung zu erstellen. • Die Studierenden lernen den Umgang mit Matlab. • Im Verlauf der Laborübung regeln die Studierenden eine Technikumskolonne und verstehen die Bedeutung der Prozessführung in der Praxis. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden halten jeweils ein Referat über eine Publikation aus dem Themenbereich der anlagenweiten Regelung. • Sie werden während der Übungseinheiten mit der simulationsgestützen Analyse von dynamischen Systemen vertraut.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Regelungstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Regelungstechnik
Literatur	• Skript zur Vorlesung • H. Schuler: Prozessführung, Oldenbourg Verlag • O. Föllinger: Regelungstechnik , Hüthig Buch Verlag
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine mündliche Prüfung • Ein Referat
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr.-Ing. Adel Mhamdi
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Anlagenweite Regelung (401331801)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Anlagenweite Regelung	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Anlagenweite Regelung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Physikalische Festkörperchemie (Wahlpflichtfach)
Kennung	1515596
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung und Übersicht • Kristallgitter 2 • Bindungen und Bänder in Festkörpern • Bänder • Metalle • Freies Elektronengas • Wärmekapazität des freien Elektronengases • Elektrische Leitfähigkeit • Isolatoren und Halbleiter • Dotierung • Halbleiterbauelemente 3 • Festkörperthermodynamik • Ionenkristalle: Struktur • Ionenkristalle: Gitterenergie • Gitterschwingungen 4 • Defekte in Festkörpern (Defektchemie) • Makroskopische Evidenz für Gitterfehler • Mikroskopische Modelle von Punktdefekten • Thermodynamik von Punktdefekten • Nichtstöchiometrische Verbindungen 5 • Diffusion • Diffusionsmechanismen • Selbstdiffusion • Sekundärionenmassenspektrometrie • Tracerdiffusion • Diffusion im Konzentrationsgradienten • Temperaturabhängigkeit der Diffusion • Irreversible Thermodynamik • Chemische Diffusion 6 • Festkörperreaktionen 7 • Brennstoffzellen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen Gegenstand, Entwicklung und Trends der Physikalischen Chemie fester Stoffe.

	• Die Studierenden können theoretische Modelle der Festkörperstruktur auf aktuelle Fragestellungen übertragen. • Die Studierenden sind fähig, experimentelle Resultate sinnvoll zu interpretieren und können Konsequenzen ableiten und vorhersagen. • Die Studierenden können die logische Richtigkeit einer wissenschaftlichen Argumentation beurteilen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz). • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern (Präsentation).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• R.J. Borg, G.J. Dienes, The Physical Chemistry of Solids, Academic Press Ltd., San Diego, 1992 • A.R. West, Grundlagen der Festkörperchemie, Wiley-VCH, New York, 2000 • Skript zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher ChemieModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Manfred Martin
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder Mündliche Prüfung Physikalische Festkörperchemie (151559601)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Physikalische Festkörperchemie	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Physikalische Festkörperchemie	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Lattice-Boltzmann Methoden (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011692
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: kinetische und kontinuumsmechanische Strömungsbeschreibung • Einfache kinetische Modelle • Gleichungen der Kontinuumsmechanik 2 • Grundlagen der kinetischen Gastheorie • Maxwell-Boltzmann Verteilung • Herleitung aus der statistischen Mechanik 3 • Kinetische Theorie des Nichtgleichgewichts • Grundprinzipien • Herleitung der Boltzmann Gleichung 4 • Die Boltzmann Gleichung • Eigenschaften der Boltzmann Gleichung • Vereinfachende Modelle (BGK Approximation) 5 • Die Gleichungen der Kontinuumsmechanik • Chapman-Enskog Lösung der Boltzmann- und BGK Gleichungen • Herleitung der Euler- und Navier-Stokes Gleichungen mittels der Chapman-Enskog Methode 6 • Einführung: Numerische Verfahren • Monte Carlo Simulation • Kinetische Finite Differenzen und Finite Volumen Verfahren 7 • Enführung in die Lattice Methoden • Zelluläre Automaten • Lattice-Gas Modelle 8 • Lattice-Boltzmann und -BGK Modelle (1) • Statistische Betrachtungen • Herleitung der Modelle 9 • Lattice-Boltzmann und -BGK Modelle (2) • Single- und Multiple-Time Relaxation für LBGK • Verschiedene Geschwindigkeitsmodelle 10 • Analyse der Lattice Modelle • Konsistenz mit Gleichungen der Kontinuumsmechanik • Numerische Stabilität

	11 • Numerik der Lattice Modelle in der Fluiddynamik • Randbedingungen • Implementierung 12 • Lattice Methoden für komplexe Fluide (1) • Gasgemische: Kinetische Betrachtung • Implementierung als Lattice Modell 13 • Lattice Methoden für komplexe Fluide (2) • Mehrphasensysteme 14 • Lattice Methoden für komplexe Fluide (3) • Partikeltransport • Poröse Medien 15 • Übersicht: Anwendungen außerhalb der Fluiddynamik • Beispiele aus verschiedenen Disziplinen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten beherrschen die Grundlagen der kinetischen Gastheorie • Die Studenten können Strömungsgleichungen der Kontinuumsmechanik aus kinetischen Modellen herleiten • Sie verstehen die Grundgedanken der Lattice-basierten numerischen Methoden und deren Beziehung zu makroskopischen Gleichungen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundlagen der partiellen Differentialgleichungen " Strömungsmechanik " Grundlagen der partiellen Differentialgleichungen " Strömungsmechanik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen der partiellen Differentialgleichungen • Strömungsmechanik
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine mündliche Prüfung, • Hausaufgaben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Georg May Ph. D.
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0

Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Lattice-Boltzmann Methoden (40116921)	1. Semester	2. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Lattice-Boltzmann Methoden	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Membranverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011665
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in die Membranverfahren • Triebkräfte • Transportwiderstände 2 • Membranen - Materialien, Werkstoffe und Strukturen • organischer und • anorganischer Membranen 3 • Modellierung des Stofftransportes in Membranen • Modelle für poröse und nicht-poröse Membranen • Modelle für Gas- und Dampftransport in porösen Medien 4 • Modulkonstruktionen • Anforderungen an Modulkonstruktion • Module für Schlauch-, Flach- und getauchte Membranen 5 • Stoffaustausch an Membranen • Triebkraftmindernde Effekte • Einfluss der Einbaurichtung asymmetrischer Membranen • Maßnahmen zur Verbesserung des Stoffübergangs an der Membran 6 • Moduloptimierung • Strömungsführung im Modul • Definition einer Optimierungszielfunktion • Beispiele 7 • Anlagenentwurf • Modulanordnung • Investitions-, laufende und spezifische Kosten 8 • Ultra- und Mikrofiltration • Verfahrensbeschreibung, eingesetzte Membranen • Prozessführung, Modellierung des Stofftransportes, Fouling • Anwendungen 9 • Umkehrosmose (Reverse Osmosis - RO) • Membranbeständigkeit, Osmotischer Druck • Viskositätseinfluss, Membranverblockung, Energiebedarf • Beispiele und Auslegung einer Meerwasserentsalzungsanlage

	10 • Nanofiltration (NF) • Membranen in der NF, Einsatzgebiete, Trennverhalten • Druck- und konzentrationsabhängiger Rückhalt • Vergleich NF / RO 11 • Pervaporation / Dampfpermeation • Membranen und Module, leistungsbestimmende Parameter • Verfahrensauslegung • Anwendungsbeispiele 12 • Elektrodialyse (ED) • Verfahrensbeschreibung, Membranen, Aufbau und Betrieb von EDAnlagen • Auslegung und Kosten des Verfahrens, Verfahrensvarianten, Berechnungsbeispiele 13 • Gaspermeation • Membranen, Trennmechanismen, Modulkonstruktionen, lokale Trenncharakteristik, Modul- und Anlagenauslegung • Anwendungsbeispiele 14 • Membrankontaktoren • Verfahrensprinzip, Membranen, Modulkonstruktionen, Auslegung • Anwendungen und Ausblick 15 • Simulation und Optimierung mit ASPEN+
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen alle gängigen Membranverfahren zur Stofftrennung und sind mit deren Grundlagen vertraut. • Sie kennen Werkstoffe und Herstellungsmethoden von Membranen. • Sie beherrschen grundlegende Methoden zur Modellierung des Stofftransportes in und an Membranen, welche sie auch in artverwandten Problemstellung anderer Stofftrennverfahren einsetzen können. • Sie sind mit den fluidmechanischen Konstruktions- und Optimierungsmethoden gängiger Membranmodule für verschiedene Membranverfahren vertraut. • Die Studierenden können Membranmodule und -anlagen auslegen und diese hinsichtlich ihrer Eignung zur Lösung einer bestimmten Stofftrennaufgabe, ihrer Leistung und ihrer Kosten bewerten Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden beherrschen die Fach-Termini im Bereich der Membranverfahren in englischer Sprache.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: - Englische Fremdsprachenkenntnisse
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Englische Fremdsprachenkenntnisse
Literatur	Thomas Melin, Robert Rautenbach: Membranverfahren - Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, Springer, 2.Auflage (2004)
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Membranverfahren (401166501)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Membranverfahren	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Membranverfahren	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010885
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Stage-Gate-Prozess, Wirtschaftlichkeitsanalyse, Bilanzen in der Verfahrenstechnik, Oberflächenspannung und Grenzflächenphänomene, Flüssig-Gas-Grenzflächen, Flüssig-Flüssig-Grenzflächen, Flüssig-Fest-Grenzflächen, Kristallisation, Gas-Fest-Grenzflächen, Membranverfahren als Produktbeispiel, statistische Versuchsplanung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Als zukünftige Produktentwickler sind die Studierenden mit den veränderten Rahmenbedingungen bei der modernen Produktentwicklung vertraut. • An Hand einer vierstufigen Entwicklungsmethodik können sie verfahrenstechnische Produkte von der Idee bis zur Fertigung entwickeln. • Weiterhin beherrschen sie Methoden zur Ideenfindung, -sortierung, -reduktion bis hin zur Selektion auf Basis objektiver und subjektiver Entscheidungskriterien sowie einer Risikoabschätzung. • Sie sind mit dem notwendigen Hintergrundwissen vertraut, das notwendig ist, hochgradig strukturierte verfahrenstechnische Produkte bis zum Produktionsstadium zu entwickeln. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind sich der besonderen Anforderungen hinsichtlich Technologien und Softskills bei der Produktentwicklung bewusst.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: - Chemie (Grundlagen, 1. Semester) - Grundoperationen der Verfahrenstechnik (5. Semester)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Chemie • Grundoperationen der Verfahrenstechnik
Literatur	• Vorlesungsskript • Cussler E.L. / Moggridge G.D.: Chemical Product Design, Cambridge University Press, 2005 • Barnes, G. &; Gentle, I.: Interfacial science: an introduction • Atkins, P.W. &; de Paula, J.: Physikalische Chemie
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur. Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik (401088501)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Medizinische Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013856
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in die Vorlesungsinhalte: Blut, Blutseparation, Niere, Lunge, Herz, Reinstwassererzeugung, Sterilisationsverfahren, Compartimentmethoden • Begrifflichkeiten der medizinischen Verfahrenstechnik und Abgrenzung von benachbarten Gebieten • Anwendungsbeispiele des verfahrenstechnischen Grundwissens in physiologischen Bereichen, z.B. Strömungsmechanik in der Entwicklung einer Blutpumpe • Der Mensch als "verfahrenstechnische Anlage" 2 • Einleitung in die Medizintechnik: Historische Entwicklung und Ziele der Medizintechnik • Diagnostische und therapeutische Hilfmittel der Medizin, Marktsituation der Medizintechnik • Interessante Statistik zum Gesundheitsmarkt: Gesundheitsausgaben, Bestandteile der Krankenhauskosten, mittlere Lebenserwartung und Altersaufbau der Bevölkerung Deutschlands 3 • Funktion und Zusammensetzung des Blutes • Fließeigenschaften (Rheologie) und mechanische Stabilität des Blutes als Grundlage für die Berechnung und Auslegung von Geräten, in denen das Blut mechanisch beansprucht wird, z.B. in Blutpumpen 4 • Rheologie und Verhalten des Blutes in Makro- und Mikrozirkulation • Wichtige Schädigungsmechanismen des Blutes • Minimierung dieser Schädigungsmechanismen bei der Auslegung von Apparaten zur Blutbehandlung 5 • Meilensteine der Entwicklung der Transfusionsmedizin • Blutkomponentenspende und verschiedene Trennverfahren zur Blutfraktionierung: Sedimentation, Zentrifugation 6 • Weitere Trennverfahren zur Blutfraktionierung: Chromatographie • Auftrennungsmethoden für Blutplasma 7 • Die Zukunft der Blutseparation: Neue Entwicklungen und Herausforderungen an die Verfahrenstechnik 8 • Physikalische Kentnisse der menschlichen Niere: Aufgabe, Aufbau und Funktion • Trennfunktion der Niere im Vergleich zu verfahrenstechnischen Einheiten 9 • Nierenerkrankungen • Künstliche Niere • Einsatz von Membranverfahren als künstlicher Ersatz für die menschliche Niere oder als Peripherie solcher Geräte 10

	• Lunge: Atmungsweg und Atmungsorgane • Mechanismen des Stoffaustausches der Atemgase • Funktionsstörungen der Lunge 11 • Geschichte der künstlichen Beatmung • Einsatz von Membranverfahren als künstlicher Lunge: Oxygenator 12 • Aufbau und Funktion des Herzens und der Herzklappen • Gefäßsystem und Blutkreislauf • Technik der Blutpumpe: Das künstliche Herz 13 • Anforderung an die Wasserqualität für medizinische und pharmazeutische Zwecke • Technik der Reinstwassererzeugung für medizinische und pharmazeutische Zwecke • Sterilisationsverfahren in der Pharma- und Medizintechnik 14 • Compartimentmethoden • Medikamentenentwicklung, Kinetik der Wirkstoffabgabe • Zusammenhang Wirkstoff - Wirkort - Elimination des Wirkstoffs 15 • Neue Technologien in der Medizintechnik: • z.B. künstliche Leber 16 • Neue Technologien in der Medizintechnik: z.B. künstliche Leber
Lernziele/Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen haben die Studierenden Kenntnisse und Fähigkeiten in den Themenfeldern, die unter Inhalt beschrieben werden, erworben. Wissen und Verstehen: Somit kennen die Studierenden insbesondere • Ausgewählte, verfahrenstechnisch interessante Inhalte aus der Pharma- und Medizintechnik • Die interdisziplinären Aspekte der Verfahrens- und Medizintechnik Die Studierenden sind dadurch in der Lage, das Verhalten des Blutes und der menschlichen Organe zu erläutern und mögliche Anwendungen im Hinblick auf Verfahrenstechnische Anwendungen zu benennen. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, die vorhandenen Kenntnisse aus der Strömungsmechanik, der Verfahrenstechnik und dem Stoff- und Wärmetransport auf die Medizintechnik anzuwenden, um reale, ingenieurwissenschaftliche Probleme zu lösen. Dadurch sind sie fähig, Probleme bei der Entwicklung verfahrenstechnischer Apparate für medizinische Anwendung zu lösen (z.B. künstliche Organe oder Apparate für die Blutfraktionierung). Sonstige (fakultativ):
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• von Wolfersdorff, B., Medizinische Verfahrenstechnik I, Vorlesungsskript, RWTH Aachen, 2. Auflage, 1997 • Chmiel, H., Zur Blutrheologie in Medizin und Technik, Habilitation, RWTH Aachen, 1973 • R.F., Probstein, Physiochemical Hydrodynamics (2nd ed.), WileyVerlag, New York, 1994 • Ganong, W.F., Medizinische Physiologie, Springer 1974 • Franz, H.E., Blutreinigungsverfahren, Technik und Praxis, Georg-Thieme Verlag, Stuttgart; 2. Auflage 1981 • Boubaker, K., Blanc, E.; Troillet,N. Sion: Infektionsprävention in der Hämodialyse, Teil I: Wasserqualität, Swiss-NOSO, Band 9, Nummer 2, Juni 2002

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling Dr.-Ing. Süleyman Yüce
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Medizinische Verfahrenstechnik (401385601)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Medizinische Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Medizinische Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Grundoperationen der Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010854
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Allgemeine Grundlagen • Dimensionsanalyse, dimensionslose Kennzahlen 2 • Chemische Verfahrenstechnik, chemische Reaktion: • Stöchiometrische Reaktionsgleichung und Konzentrationsangaben • Betriebsgrößen eines chemischen Reaktors 3 • Chemische Verfahrenstechnik, Reaktionskinetik homogener Reaktionen: • Reaktionsgeschwindigkeiten, reaktionskinetische Gleichung • Gleichgewichtsreaktionen und -konstanten • Einfluss der Temperatur auf die Reaktionsgeschwindigkeit 4 • Chemische Verfahrenstechnik, Ideale Reaktoren: • Idealer Rührkessel, Ideales Strömungsrohr • Kaskade idealer Rührkessel • Vergleich idealer Reaktoren 5 • Chemische Verfahrenstechnik, Verweilzeitverteilung: • Messung der Verweilzeitverteilung • Verweilzeitverteilung idealer Reaktoren • Verweilzeitverteilung realer Reaktoren 6 • Mechanische Verfahrenstechnik, Zerkleinerung: • Leistungsbedarf von Zerkleinerungsprozessen - Halbempirische Zerkleinerungsgesetze und Dimensionsanalyse • Energetischer Wirkungsgrad • Zerkleinerungsmaschinen 7 • Mechanische Verfahrenstechnik, Siebung: • Ideale und reale Trennung von Partikeln • Ermittlung und Anwendung der Tromp´schen Kurve 8 • Mechanische Verfahrenstechnik, Sedimentation: • Einsatzgebiet der Sedimentation • Definition der Trennbedingung, stationäre Sinkgeschwindigkeit • Dimensionierung eines Absetzapparates, Zentrifugation 9 • Mechanische Verfahrenstechnik, Filtration: • Filtrationsarten: Tiefenfiltration, Oberflächenfiltration • Filterapparate

	• Filtergleichungen: Darcy-Gesetz, Kapillarmodell, Carman-Kozeny Gleichung, empirische Modelle 10 • Mechanische Verfahrenstechnik, Mischen und Rühren: • Einsatzgebiete • Leistungscharakteristik verschiedener Rührertypen • Dimensionsanalyse 11 • Thermische Verfahrenstechnik, Absorption: • Grundlagen: Absorptionsgleichgewichte, Stoffaustauschmodelle 12 • Berechnung von Bodenkolonnen und Füllkörperkolonnen • Stoffbilanz, McCabe-Thiel-Diagramm, HTU-Konzept, NTU 13 • Thermische Verfahrenstechnik, Dampf-Flüssiggleichgewichte von Gemischen: • binäre Systeme • Darstellung von Dampf-Flüssig-Gleichgewichten 14 • Thermische Verfahrenstechnik, Destillation und Rektifikation: • Diskontinuierlich betriebene einfache Destillation • Kontinuierlich betriebene einfache Destillation • Kaskadenschaltung, Rektifikation
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studenten kennen die wesentlichen Grundoperationen der mechanischen, chemischen und thermischen Verfahrenstechnik. Sie beherrschen grundlegende Methoden und Herangehensweisen zur Lösung verfahrenstechnischer Aufgabenstellungen. • Die Studenten sind in der Lage, aufgrund der erlernten Methodik selbständig Auslegungsberechnungen für verfahrenstechnische Grundoperationen durchzuführen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Vorlesungsumdruck (erhältlich am IVT), 120 Seiten. zahlreiche Abbildungen und graphische Darstellungen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundoperationen der Verfahrenstechnik (401085401)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundoperationen der Verfahrenstechnik	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Grundoperationen der Verfahrenstechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Rheologie (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011561
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in die Rheologie - Grundbegriffe: • Grundbeanspruchungen • Scherversuch, Dehnversuch 2 • Einführung in die Rheologie - Stoffklassen: • Newtonsche Flüssigkeiten • Nichtlinear-reinviskose Flüssigkeiten 3 • Einführung in die Rheologie - Stoffklassen: • Flüssigkeiten mit zeitabhängigen Eigenschaften • Viskoelastizität, Thixotropie, Rheopexie • Plastische Stoffe 4 • Einfache Strömungen und Beanspruchungen: • Rohrströmung • Ebene Beanspruchung in parallelen Schichten 5 • Bewegung des Kontinuums: • Mathematische Beschreibung • Spannungstensor • Impulsbilanz 6 • Rheologische Zustandsfunktionen: • Allgemeine Zustandsfunktion • Rahmeninvarianz, Isothermie, Innere Zwänge 7 • Rheologische Zustandsfunktionen: • Newtonsche Flüssigkeit • Reiner-Rivlin-Flüssigkeit 8 • Rheologische Zustandsfunktionen: • Maxwellsches Feder-Dämpfer-Modell (Flüssigkeit) 9 • Rheologische Zustandsfunktionen: • Kelvin-Voigtsches Feder-Dämpfer-Modell (Festkörper) • Jeffreys-Modell und Verallgemeinerung 10 • Rheometrie: • Viskosimeterströmung

	• Rohrrheometer 11 • Stationäre Rheometrie: • Couette- / Searle-Rheometer • Kegel-Platte-Rheometer 12 • Stationäre Rheometrie: • Auswertemöglichkeiten 13 • Instationäre Rheometrie: • Relaxationsversuch, Retardationsversuch 14 • Instationäre Rheometrie: • Schwingversuch 15 • Rheologische Strömungsprobleme: • Weißenbergeffekt • Strahlaufweitung • Pumpeffekt
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • In verfahrenstechnischen Prozessen werden in vielen Fällen flüssige Systeme wie Suspensionen oder Lösungen behandelt, die komplexe Fließeigenschaften aufweisen. Die Studierenden sind in der Lage, solche Systeme zu erkennen und ihr Verhalten zu modellieren. • Die Studierenden sind mit der mathematischen Beschreibung strömender Kontinua vertraut und in der Lage, diese auf Flüssigkeiten mit komplexen Fließeigenschaften anzuwenden. • Die Studierenden kennen klassische Modelle zur Beschreibung komplexer Fließeigenschaften und können sie für einfache Geometrien auf praktische Probleme anwenden. • Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Rheometrie. Sie kennen die gebräuchlichsten Messsysteme und gängige Auswertemethoden Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I, II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Strömungsmechanik I, II
Literatur	• Vorlesungsumdruck "Rheologie" (erhältlich am IVT), 162 Seiten mit zahlreichen Abbildungen • C. W. Macosko: Rheology. Principles, Measurements and Applications, Wiley VCH Verlag GmbH, 1994
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung oder eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Ronald Gebhardt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Rheologie (401156101)	2. Semester	1. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Rheologie	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Rheologie	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Flugdynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013370
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • EINFÜHRUNG • Grundbegriffe 2 • GRUNDLAGEN • Bezeichnungen • Koordinatensysteme 3 • Luftkräfte, Luftkraftmomente 4 • STATIONÄRE LÄNGSBEWEGUNG • Statische Längsstabilität bei festem Ruder 5 • Ruderausschläge • Leitwerksauslegung 6 • Statische Längsstabilität bei freiem Ruder • Manöverstabilität 7 • Steuerung 8 • STATIONÄRE SEITENBEWEGUNG • Gier- und Rollbewegung • Steuerung 9 • Kopplungen • Stationäre Flugzustände 10 • BEWEGUNGSGLEICHUNGEN • Herleitungen 11 • Vereinfachungen • Linearisierung 12 • DYNAMIK DER LÄNGSBEWEGUNG • Eigenverhalten 13

	• Führungs- und Störverhalten 14 • DYNAMIK DER SEITENBEWEGUNG • Eigen-, Führungs- und Störverhalten 15 • FLUGEIGENSCHAFTSFORDERUNGEN • Längsbewegung • Seitenbewegung
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden kennen und verstehen die Grundbegriffe und Grundgleichungen zur Untersuchung der Stabilität, Steuerbarkeit und Störanfälligkeit eines Flugzeugs (Flugeigenschaften, Flugdynamik) Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse bei einfachen Aufgaben der Flugeigenschaftsanalyse oder des Flugzeugentwurfs bei vorgegebenen Flugeigenschafts-Anforderungen anzuwenden Die Studierenden können die Eigenschaften unterschiedlicher Flugzeugkonfigurationen bezüglich Stabilität und Manövrierfähigkeit beurteilen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mechanik " Mathematik " Regelungstechnik " Grundlagen der Flugmechanik Voraussetzung für: " Flugregelung
(empfohlene) Voraussetzungen	notwendig: • Mechanik • Mathematik empfohlen: • Regelungstechnik • Grundlagen der Flugmechanik
Literatur	Eigenes Skript "Flugdynamik" Etkin/Reid "Dynamics of Flight", John Wiley 1996, ISBN 0-471-03418-5Brockhaus, "Flugregelung", Springer 2001, ISBN 3-540-41890-3
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung oder eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dieter Moormann
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Flugdynamik (401337001)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Flugdynamik	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Flugdynamik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Simulation fluidtechnischer Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013308
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 Einführung in die Simulation fluidtechnischer Systeme • Definition des Sachgebiets • Simulation des dynamischen Systemverhaltens vs. Simulation von Strömung, FEM, MKS oder Tribokontakten: Abgrenzung und Kombinationsmöglichkeiten • Anwendungen der Simulation in Konstruktion, Forschung, Vertrieb, Lehre • Übersicht zu verfügbaren Simulationsumgebungen 2 Modellbildung I: • Mathematische Beschreibung der grundlegenden Effekte Widerstand, Kapazität, Induktivität und deren Entsprechungen in Mechanik und Elektrik • Klassifizierung von Teilmodellen fluidtechnischer Systeme • Abbildung der Eigenschaften von Druckmedien Übung: Einführung in Simulationssoftware anhand einfacher Beispiele 3 Modellbildung II: • Ventile und technische Widerstände • Zylinder Übung: Modellierung, Parametrierung und Simulation eines ventilgesteuerten hydraulischen Linearantriebs 4 Modellbildung III: • Pumpen und Motoren Übung: Modellierung, Parametrierung und Simulation eines pumpengesteuerten hydraulischen Antriebs 5 Modellbildung IV: • Rohrleitungen/ Schläuche • Speicher Übung: Pneumatik 6 Regelungen und Steuerungen • Digitale und analoge Regler und Sensoren • Unterstützung der Regleroptimierung durch Parametervariation Übung: Reglerauslegung für einen hochdynamischen Antrieb 7 Simulation I • strukturiertes Vorgehen: vom einfachen zum komplexen Modell • Strategien zur Vermeidung von Abbildungsfehlern: Inbetriebnahme der Simulation und Verifikation • Rechnergestützte Auswertung & Darstellung Übung: Verfeinerung der Parametervariation zur Regleroptimierung und Visualisierung der Ergebnisse 8 Simulation II: Analyse des Systemverhaltens im Zeitbereich • Ermitteln von Kennwerten zum Systemverhalten • Sensitivitätsanalyse Übung: Wirkungsgradbetrachtung 9 Simulation III: Analyse des Systemverhaltens im Frequenzbereich • FFT, Analyse von Schwingungen • Stabilität von Regelkreisen • Sensitivitätsanalyse Übung: Schwingungsphänomene in hydraulischen Anwendungen 10 Verifikation • Abgleich von Simulation und Messdaten • Einflüsse auf die Qualität der Ergebnisse Übung: Abgleich der Simulation aus Übung 2 (ventilgesteuerter Linearantrieb) mit Messdaten vom Prüfstand 11 Simulationskopplung • Struktur und Aufbau von Simulationskopplungen • Anwendungsfelder Übung: gekoppelte Simulation von Hydraulik und Mechanik 12 • Wiederholung und Prüfungsvorbereitung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Möglichkeiten zur Beschreibung und zur Simulation dynamischer Systeme. • Sie sind in der Lage, fluidtechnische Systeme sinnvoll in Funktionseinheiten zu gliedern. (Systemverständnis) • Den Studierenden sind unterschiedliche Beschreibungsmöglichkeiten und Detaillierungen für das Verhalten der Teilsysteme bekannt, so dass sie für die jeweilige Fragestellung geeignete Modelle auswählen. • Die Studierenden können Simulationsmodelle aufbauen, diese parametrieren und die Qualität der Ergebnisse beurteilen. • Die Ergebnisse einer digitalen Simulation können sie im Zeit- und im Frequenzbereich darstellen, weiterverarbeiten und daraus Aussagen zum Systemverhalten ableiten. • Die Studierenden können den Nutzen der digitalen Simulation als Werkzeug für die Konzeption, Konstruktion, Regelung und Analyse von fluidtechnischen Systemen einschätzen. • Sie können Ergebnisse von Simulationen kritisch hinterfragen und die Zulässigkeit von getroffenen Annahmen für den konkreten Anwendungsfall beurteilen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.) • Die Studierenden bilden im Rahmen der Übungen gemeinsam fluidtechnische Systeme in Simulationsumgebungen ab. Sie verteten ihr Vorgehen und stellen ihre Ergebnisse dar.

	• Die Studierenden erlernen Lösungsstrategien, mit denen sie komplexe Probleme strukturiert bearbeiten können. Sie können technische Systeme analysieren und die zugrundeliegenden Zusammenhänge abstrahieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Servohydraulik - Geregelte fluidtechnische Antriebe " Grundlagen der Fluidtechnik " Regelungstechnik (Abel)
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen • Grundlagen der Fluidtechnik (Hydraulik und Pneumatik) Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Servohydraulik - Geregelte fluidtechnische Antriebe • Regelungstechnik (Abel)
Literatur	• Skript zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche oder eine mündliche Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Hubertus Murrenhoff
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Simulation fluidtechnischer Systeme (401330801)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Simulation fluidtechnicher Systeme	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Simulation fluidtechnicher Systeme	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Gasdynamik realer Gase (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011713
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einleitung, Molekülmodelle, Druck, Temperatur und innere Energie 2 • Mittlere freie Weglänge, Einleitung • Kinetische Gleichgewichtstheorie • Geschwindigkeitsverteilungsfunktion 3 • Zustandsgleichung eines perfekten Gases • Maxwellverteilung 4 • Maxwellverteilung, Endergebnisse, Diskussion 5 • Einleitung statistische Mechanik • Makroskopische und mikroskopische Beschreibung • Quantenenergiezustände 6 • Abzählung der Mikrozustände • Verteilung auf Energiezustände 7 • Boltzmann-Grenzfall • Boltzmann-Verteilung 8 • Thermodynamische Eigenschaften in Verbindung mit der Translationsenergie • Beitrag der inneren Struktur 9 • Einatomige Gase • Zweiatomige Gase 10 • Chemisch reagierende Systeme 11 • Dissoziation-Rekombination eines symmetrischen, zweiatomigen Gases 12 • Gleichgewichtseigenschaften von Gasen • Ideal dissoziierendes Gas 13 • Ionisationsgleichgewicht 14

	• Gasgemische, Eigenschaften von Luft im Gleichgewicht 15 • Gleichgewichtsströmungen, Stationäre Stoßwellen • Stationäre Düsenströmung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden erkennen und verstehen die wichtigsten Fragestellungen der Hochtemperatur-Gasdynamik und sind in der Lage, selbständig diese systematisch zu analysieren und zu lösen • Sie sind fähig, die wichtigsten Theorien der kinetischen Gastheorie und der statistischen Gasdynamik zu erklären, Lösungsmethoden auszuwählen und der Aufgabenstellung entsprechend anzuwenden • Die Studierenden beherrschen die Grundlagen zur Berechnung von Hochtemperatureffekten in realen Gasen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Gasdynamik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Gasdynamik
Literatur	Vorlesungsumdruck Gasdynamik realer Gase
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Karl Alexander Heufer
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Gasdynamik realer Gase (401171301)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Gasdynamik realer Gase	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Gasdynamik realer Gase	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Hyperschall-Aerothermodynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011714
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Aufbau der Atmosphäre • Höhenabhängigkeit von Druck, Dichte, Temperatur usw. 2 • Strömungen beim Raumflug und Wiedereintritt • Einteilung der Strömungsbereiche nach aerodynamischen und gaskinetischen Gesichtspunkten • Hochtemperatureffekte beim Wiedereintritt 3 • Klassifizierung der Raumfahrzeuge • Wiedereintrittsbahn und Flugphasen (Kapsel und Shuttle) 4 • Bahnmechanik beim Wiedereintritt. Fortsetzung • Definition der aerodynamischen Beiwerte • Energiebilanz beim Wiedereintritt als Gestaltungsprinzip 5 • Berechnung von Druck- und Wandschubspannungsverteilungen in der freien Molekülströmung für einfache Körpergeometrien 6 • Newtonsche Strömung als Sonderfall der freien Molekülströmung 7 • Nichtgleichgewichtseffekte • Reaktionskinetische Kennzahlen und Bereiche • Chemische Zustandsänderung und Reaktionsweg 8 • Reibungsfreie Hyperschallströmung • Physikalische Interpretation der Machzahl • Senkrechte und schräge Verdichtungsstöße im Hyperschall 9 • Hypersonische Näherungen für den schrägen Stoß • Prinzip der Machzahlunabhängigkeit 10 • Hypersonische Näherungsverfahren zur Berechnung der aerodynamischen Beiwerte • Einfache Berechnungsmethoden für Widerstand und Auftrieb 11 • Reibungsbehaftete Hyperschallströmung • Charakteristische Wärmeübergangskennzahlen 12 • Laminare kompressible Grenzschicht mit Wärmeübergang • Stoß- Grenzschicht- Interaktion an der ebenen Platte

	13 • Wärmeübergang im Staupunkt • Wärmeübergangsverteilung an stumpfen Körpern 14 • Laminar- turbulente Transition und Wärmeübergang • Turbulente Hyperschallströmungen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden erkennen und verstehen die wichtigsten Fragestellungen der Aerothermodynamik im Hyperschall und sind in der Lage, selbständig diese systematisch zu analysieren und zu lösen • Sie sind fähig, die wichtigsten Theorien der aerothermodynamischen Problemgebiete zu erklären, Lösungsmethoden auszuwählen und der Aufgabestellung entsprechend anzuwenden • Die Studierenden beherrschen die Grundlagen zur Berechnung reibungsfreier und reibungsbehafteter stationärer Hyperschallströmungen mit einfachen Methoden Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Gasdynamik " Strömungslehre
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Gasdynamik • Strömungslehre
Literatur	Vorlesungsskript Hyperschall-Aerothermodynamik, Abbildungen und Diagramme
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Herbert Olivier
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Hyperschall-Aerothermodynamik (401171401)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Hyperschall-Aerothermodynamik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Kurzzeitströmungsmesstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011684
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Optische Methoden zur Strömungsvisualisierung • Grundlagen der geometrischen Optik 2 • Herleitung der Linsengleichung • Bildkonstruktion 3 • Krümmung und Auslenkung eines Lichtstrahls infolge eines Dichtegradienten • Schattenverfahren 4 • Schlierenverfahren, Strahlengänge und mögliche Anordnungen 5 • Bildfehler, Farbschlierensysteme 6 • Aufbau eines Schlierensystems und Untersuchung der optischen Qualität (Labor) 7 • Interferenzverfahren, Mach-Zehnder-Interferometer 8 • Michelson-Interferometer 9 • Sonden zur Messung des konvektiven Wärmestroms mit Ansprechzeiten im Mikrosekundenbereich • Berechnungsmodell 10 • Eindimensionales Wärmeübergangsmodell zur Bestimmung des Wärmestroms • Prinzip des halbunendlich ausgedehnten Körpers 11 • Abschätzung der nötigen Substratdicke • Thermoelemente zur Bestimmung des konvektiven Wärmestroms 12 • Messung zeitlich veränderlicher Drücke mit schnellen piezoelektrischen und piezoresistiven Drucksonden 13 • Digitale Signalverarbeitung • Anforderungen an die Hardware 14 • Klassifizierung von Signalen

	• Beschreibung stochastischer Signale im Zeit- und Frequenzbereich • Korrelationsfunktionen, Abstasttheorem 15 • Labordemonstration Wärmestrom- und Druckmesstechnik
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind vertraut mit den wichtigsten Mess- und Visualisierungsmethoden der Strömungsmesstechnik, besonders im Hinblick auf Kurzzeitanwendungen. • Sie sind in der Lage, diese selbständig zu analysieren und deren Genauigkeiten sowie Fehlereinflüsse abzuschätzen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsumdruck
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Karl Alexander Heufer
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Kurzzeitströmungsmesstechnik (401168401)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Kurzzeitströmungsmesstechnik	2. Semester	1. Semester	-	1
Übung Kurzzeitströmungsmesstechnik	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Laserstrahlquellen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014348
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: • Laser in 3 Bildern 2 • Laser Exkurs I: • Materie und aktives Medium 3 • Laser Exkurs II: • Licht und Resonator 4 • Licht: • Wellenoptik/SVE-Näherung • Geometrische Optik 5 • Gaußscher Strahl: • Strahlparameterprodukt/Strahlqualität • ABCD-Gesetz 6 • Resonatoren: • g-Parameter-Diagramm • Longitudinale/transversale Resonatormoden 7 • Materie: • Planck'scher Strahler • Atommodelle 8 • Aktives Medium: • Einsteinsche Ratengleichungen • Lichtwellenleiter 9 • Gaslaser: • Excimer-Laser • CO2-Laser 10 • Festkörperlaser: • Diodenpumpen • Nd:YAG-Laser 11 • Diodenlaser:

	• Halbleiterstrukturen • Stacks 12 • Modulation 1: • Gain-Switching • Q-Switching 13 • Modulation 2: • Modelocking • Chirped Pulse Amplification 14 • Unternehmerische Aspekte optischer Technologien: • VC/Netzwerke • Betriebswirtschaftliche Aspekte/ Bsp. Laser Job Shop 15 • Zusammenfassung: • neuartige Strahlquellen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die maßgeblichen Modellvorstellungen von Licht und deren mathematisches Gerüst. • Sie können selbstständig Propagation und Umformung durch optische Komponenten berechnen. • Die Eigenschaften von Atommodellen und deren für die Entstehung von Licht wichtigen Eigenschaften sind qualitativ verstanden. • Optische Resonatoren und deren Wechselwirkung mit dem aktiven Medium können mit Hilfe von ABCD-Gesetz bzw. den Ratengleichungen berechnet werden. • Auf Basis dieser allgemeinen physikalischen Grundlagen sind Komponenten und deren Funktionsweise aller industriell relvanten Gas-, Festkörper- und Dioden-Lasersysteme bekannt und können z.T. selbstständig ausgelegt werden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Physik " Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Physik • Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
Literatur	• Vorlesungsskript Lasertechnik I • CD Lasertechnik
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. ;Constantin ;Häfner
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Laserstrahlquellen (401434801)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Laserstrahlquellen	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Laserstrahlquellen	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Anwendungen der Lasertechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011686
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: • Verbreitung der Lasertechnik/Markt • Überblick der verschiedenen Laserverfahren 2 • Werkzeug Laserstrahl: • Eigenschaften des Gaußschen Strahls • Strahlumformung und -transport 3 • Lasersysteme für die Materialbearbeitung: • Gas-/Excimer-Laser • Festkörper-/Diodenlaser 4 • Wechselwirkung von Laserstrahlung und Materie: • Fresnelsche Formeln • Inverse Bremsstrahlung 5 • Wärmeleitung im Werkstück: • Isolatoren/Metalle • Bsp.: Martensitisches Härten 6 • Oberflächentechnik: • Massentransport/Diffusion • Beschichten/Legieren/Dispergieren/Polieren 7 • Rapid Prototyping: • Lasergenerieren/Selective Lasermelting • Biegen 8 • Fügen: • Wärmeleitungsschweißen/Tiefschweißen • Löten 9 • Abtragen: • Bohren • Reinigen/Beschriften 10 • Schneiden: • Schmelzschneiden/Brennschneiden • Sublimierschneiden

	11 • Prozessüberwachung: • koaxiale Prozessüberwachung/akustische Prozessanalyse • Regelstrategien 12 • Messen: • Triangulation • Stoffanalyse 13 • Kommunikationstechnik und optische Datenspeicher: • Multiplexing/Glasfasernetze • CD/DVD/BlueRay 14 • Lebenswissenschaften und Medizintechnik: • Multiphotonenmikroskopie • Ophtalmologie 15 • Zusammenfassung: • neue Verfahren im Laborstadium • Ausblick
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die für die Materialbearbeitung wesentlichen Eigenschaften von Laserstrahlung und können diese berechnen. • Die wesentlichen Wechselwirkungen von Laserstrahlung und Materie und Transportprozesse innerhalb eines Werkstücks sind qualitativ verstanden und können für praxisrelevante Spezialfälle berechnet werden. • Alle industriellen Anwendungen der Lasertechnik sind in ihren Mechanismen bekannt und können in ihren Systemparametern voneinander abgegrenzt werden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Physik " Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Physik • Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
Literatur	• Vorlesungsskript Lasertechnik II • CD Lasertechnik
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Constantin Häfner
ECTS Credits	6

Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Anwendungen der Lasertechnik (40116861)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Anwendungen der Lasertechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Anwendungen der Lasertechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Leichtbau (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014342
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Einführung in den Leichtbau 1.1. Definition des Leichtbaus 1.2. Allgemeine Grundsätze des Leichtbaus 1.3. Werkstoffe im Vergleich 2. Statisch unbestimmte Systeme 2.1. Polplan 2.2. Kraftgrößenverfahren 2.3. Reduktionssatz 3. Balken unter Schubbelastung 3.1. Querkraftschub an dünnwandigen allgemein geschlossenen Querschnitten 3.2. St.-Venantsche Torsion 3.3. Wölbkrafttorsion 4. Physikalische Nichtlinearität: Plastische Biegung und Fließgelenktheorie 5. Verbundträger 6. Balkentheorie unter großen Verformungen (Th. II. Ordnung) 7. Stabilität von Stabtragwerken und Biegedrillknicken 8. Tragwerke des Leichtbaus 8.1. Schubfeldtheorie 8.2. Ebener Schubfeldträger 8.3. Dreigurtscheibe zur Verbindungsberechnung
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden lernen • die grundlegenden Prinzipien, um Strukturen im Sinne des Leichtbaus zu optimieren, • die Schnittgrößenberechnung statisch unbestimmter Systeme, • die Schubspannungsberechnung dünnwandiger geschlossener Querschnitte, • die strukturmechanische Behandlung der physikalischen Nichtlinearität, • die Berechnung von Verbundträgern, • die strukturmechanische Behandlung der geometrischen Nichtlinearität, • die rechnerische Behandlung von Stabilitätsphänomenen, • die strukturmechanischen Eigenschaften und Besonderheiten der Tragwerke des Leichtbaus Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden können nach Belegung des Moduls • das Tragverhalten von Strukturen analysieren, • auf der Basis dessen das Tragsystem einer Struktur leichtbaugerecht entwerfen, • die Spannungsverläufe unter sämtlichen Belastungen von Tragstrukturen des Leichtbaus berechnen, • das geometrisch und physikalisch nichtlineare Verhalten von Stabwerken berücksichtigen, • eine Gewichtsoptimierung von Tragstrukturen durchführen, • die Berechnungsergebnisse numerischer Rechenprogramme für die Strukturanalyse interpretieren und auf Plausibilität überprüfen. • innerhalb von ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen Anwendungen aus dem Leichtbau identifizieren, Lösungsvorschlage erarbeiten, die ermittelten Ergebnisse bewerten und nach außen hin vertreten.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: - Mechanik I und II - Werkstoffkunde I und II - Maschinengestaltung - Höhere Mathematik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): • Mechanik I und II • Werkstoffkunde I und II • Maschinengestaltung • Höhere Mathematik
Literatur	• Hertel, H.: Leichtbau, Springer Verlag, 1960 • Wiedemann, J.: Leichtbau, Band I: Elemente, Springer Verlag, 1986 • Wiedemann, J.: Leichtbau, Band II: Konstruktion, Springer Verlag, 1989 • Czerwenka, G., Schnell, W.: Einführung in die Rechenmethoden des Leichtbaus, Band 1 und 2, BI-Hochschultaschenbücher • Roark, R. J., Young, W. C.: Formulas for Stress and Strain, McGraw-Hill, 1975 • Jones, R. M.: Mechanics of Composite Materials, McGraw-Hill, 1975 • Bruhn, E. F.: Analysis and Design of Flight Vehicles Structures • Niu, M. C. Y.: Airframe Structural Design, Conmilit Press Ltd., 1988
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Leichtbau (401434201)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Leichtbau	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Leichtbau	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Solartechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014820
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Die Vorlesung gibt einen Einstieg in das Thema Solartechnik. Dabei vermittelt sie zunächst die notwendigen physikalischen Grundlagen und Begriffe bezüglich Sonnenstand, Helligkeitsverteilung, Spektrum, Exergie, Strahlungstransport in der Atmosphäre etc. Sie geht dann auf die unterschiedlichen Möglichkeiten von photothermischer, photoelektrischer und photochemischer Umwandlung der solaren Strahlung ein. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der photothermischen Umwandlung. Dabei werden die Umwandlungs- und Verlustmechanismen von Strahlung bis zum Wärmeträger erläutert. Darüber hinaus werden die Grundlagen zur Konzentration von Solarstrahlung vermittelt und es wird auf die Bauweise unterschiedlicher Konzentratoren und Kollektoren eingegangen. Ausführlich werden die unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten der Wärmeenergie auf unterschiedlichen Temperaturniveaus präsentiert. Diese reichen von der Beheizung von Schwimmbädern bis zur solarthermischen Stromerzeugung mit unterschiedlichen Technologien. Das letztere Thema wird dabei vertieft dargestellt. Die optimale Einkopplung in unterschiedliche Kreisprozesse, die Bau- und Betriebsweisen von Solarkraftwerken und die Bauweisen von thermischen Energiespeichern werden erläutert. Auf die Strategien zur Kostenoptimierung bei der Auslegung solcher Systeme wird eingegangen. Im Rahmen der Übung sollen die Studenten an Beispielen lernen, wie der Energieertrag insbesondere bei thermischen Solarsystemen bestimmt und optimiert werden kann. Insbesondere wird auf die Optimierung von Kraftwerksschaltungen eingegangen, in die die Solarenergie eingekoppelt wird. Im Rahmen der Übung erfolgt auch eine optionale Exkursion zum Standort des DLR-Instituts für Solarforschung in Köln-Porz.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die grundlegenden Theorien der Wärmeübertragung, Strömungstechnik, Thermodynamik, Optik und Halbleitertechnik, die zur Auslegung von Solarsystemen benötigt werden. • Sie können die Funktionsweise dieser Systeme erklären und sind in der Lage diese Systeme für bestimmte Betriebsrandbedingungen und Standorte auszulegen. • Sie sind in der Lage Modelle zu entwickeln um die Leistungsfähigkeit von neuen Konzepten zu analysieren und diese zu bewerten. • Sie sind in der Lage Solarsysteme nach unterschiedlichen Kriterien zu optimieren und hinsichtlich seiner Anwendbarkeit zu bewerten. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Sie erlernen numerische Werkzeuge am PC zur Unterstützung dieser Fähigkeiten effizient einzusetzen • Sie können Probleme und ihre Lösung nachvollziehbar dokumentieren
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen : - Thermodynamik I - Wärme- und Stoffübertragung I - Kraftwerksprozesse
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Thermodynamik I • Wärme- und Stoffübertragung I

	• Kraftwerksprozesse
Literatur	• Folien der Vorlesung (ca. 500) • J.A. Duffie, W.A. Beckmann Solar Engineering of Thermal Processes John Willey &; Sons, Inc, New York; ISBN 0471510564 • C.J. Winter R.L. Sizmann, L.L. Vant-Hull Solar Power Plants, gebundene Ausgabe,; Springer Verlag; Berlin; 3-540-18897-5 • M. Kleemann, M. Meliß Regenerative Energiequellen, 2.Aufl, Springer, Berlin , ISBN 3-540-55085-2
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Pitz-Paal
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Solartechnik (401482001)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Solartechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Solartechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Thermodynamik der Gemische (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010855
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung in die Grundideen der Gemischthermodynamik • Definition des thermodynamischen Systems und der Systemgrenzen • Grafische Darstellung und Beschreibung des pVT-Verhaltens reiner Stoffe 2 • Materialgleichungen zur Beschreibung des pVT-Verhaltens reiner Stoffe: die Idealgasgleichung, die Virialgleichung, die Van-der-Waals-Gleichung • Ableitung des Korrespondenzprinzips anhand der Van-der-Waals-Gleichung, Darstellung der Bedeutung des Korrepondenzprinzips • Notwendigkeit über Materialgleichungen hinausgehender thermodynamischer Beziehungen für Gemische 3 • Ableitung benötigter mathematischer Grundzusammenhänge • Zustandsänderungen im offenen System • Fundamentalgleichungen der Thermodynamik 4 • Differentielle Beziehungen zwischen den Zustandsgrößen • Allgemeine Phasengleichgewichtsbeziehung, Gibbs'sche Phasenregel 5 • Phasengleichgewichte in reinen Stoffen • Bedingungen für die Stabilität eines thermodynamischen Systems 6 • Die Fundamentalgleichung A(T,V,xi) als Basis für Zustandsgleichungen • Herleitung und Bedeutung der einzelnen Terme 7 • Ableitung der Beziehungen für das chemische Potential, Einführung der Größen Fugazität und Fugazitätskoeffizient • Beschreibung von Phasengleichgewichten mit diesen Größen 8 • Vorstellung und Diskussion von gebräuchlichen Zustandsgleichungen: Modifikationen der Virialgleichung, kubische Zustandsgleichungen, nicht-kubische Modifikationen der Van-der-Waals-Gleichung 9 • Einführung partiell molarer Größen und Beziehungen für diese • Vorstellung der Terme für die Fundamentalgleichung G(T,p,xi) 10 • Berechnung von Phasengleichgewichten mit GE-Modellen • Modelle zur Beschreibung von GE: Wilson-Ansatz, NRTL, UNIQUAC, UNFAC. 11

	• Molekulare Eigenschaften: Molekülgeometrie, Van-der-Waals-Wechselwirkung, polare Komponenten, Wasserstoffbrückenbindung, Ionen, Polymere 12 • Messmethoden für Phasengleichgewichte • Gibbs-Duhem-Gleichung für die Konsistenzprüfung • Messung der Mischungsenthalpie 13 • Das Verhalten realer Reinstoffe und Gemische • Dampf-Flüssigkeits- und Flüssig-Flüssig-Gleichgewichte in Zweistoffgemischen • Dreiecksdiagramm für ternäre Mischungen 14 • Herleitung der grundlegenden Beziehung für chemisches Gleichgewicht, Gibbs'sche Phasenregel • Anwendung der allgemeinen Beziehung auf reale Gemische mit Zustandsgleichungen und GE-Modellen 15 • Gleichgewicht bei heterogener Reaktion • Gleichgewicht simultaner Reaktionen • Reaktionskinetik von Elementarreaktionen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden können zur Beschreibung von sowohl Phasen- als auch chemischen Gleichgewichten in Gemischen eine angemessene Methode selbständig auswählen und anwenden. • Sie beherrschen die dazu nötigen thermodynamischen Grundlagen und die wesentlichen Materialgleichungen, insbesondere Zustandsgleichungen und GE-Modelle. • Die Studierenden haben Vorstellungen von der Struktur von Molekülen und ihren Wechselwirkungen entwickelt, die es ihnen erlauben, diese Materialgleichungen für konkrete Anwendungen zu bewerten, geeignete auszuwählen und zur Modellierung anzuwenden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen. " Thermodynamik I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Thermodynamik I Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Thermische Verfahrenstechnik • Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen • Prozessintensivierung und Thermische Hybridverfahren
Literatur	• Buch zur Vorlesung: Thermodynamik der Gemische, A. Pfennig, Springer, 2004, ISBN: 3-540-02776-9
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Kai Leonhard
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Thermodynamik der Gemische (401085501)	1. Semester	2. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Thermodynamik der Gemische	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Thermodynamik der Gemische	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Kolbenarbeitsmaschinen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011157
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung • Historie • Grundlagen 2 • Grundsätzlicher Aufbau • Einteilungskriterien für Kolbenarbeitsmaschinen 3 • Einteilungskriterien für Kolbenarbeitsmaschinen 4 • Grundlagen Antriebsleistungsberechung • Strömungs- und Erwärmungsverluste in Verdichtern • Innere und äußere Verdichtung 5 • 1. Gastvorlesung Dr. Schon Ford Forschungszentrum Aachen • Einsatz von Kompressoren im Motorenbau 6 • 2. Gastvorlesung Dr. Schorn Ford Forschungszentrum Aachen • Einsatz von Kompressoren im Motorenbau 7 • Kenngrößen der Verdichter • Fördermengen 8 • Verdichterberechung unter Berücksichtigung von Realgasverhalten • Feuchte Luft 9 • Exkursion zu einem Kolbenkompressorenhersteller in der Nähe von Aachen 10 • Mehrstufige Verdichtung • Regelung der Verdichter 11 • Berechung der Kolbenpumpen 12 • Pumpenleistung • Kavitation 13 • Berechung maximaler Saughöhen

	14 • Windkesselauslegung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Vielfaltigkeit und Variationsbreite von Kolbenarbeitsmaschinen. • Die Studierenden können Kolbenarbeitsmaschinen nach festgelegten Konstruktionsmerkmalen einteilen und bewerten. • Sie kennen die Grundsätze der Verdichter- / Pumpenberechung und können diese zur Auslegung von Kolbenarbeitschmschinen anwenden. • Die Studierenden kennen die Problematik der Regelung und können verschiedene Regelungsarten bezüglich ihrer Vor- und Nachteile bewerten. • Die Studierenden kennen die Eigenschaften von realen Gasen und feuchter Luft und berücksichtigen diese bei Verdichterberechnungen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Skript zur Vorlesung und Übungsumdruck
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Kolbenarbeitsmaschinen (401115701)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Kolbenarbeitsmaschinen	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Kolbenarbeitsmaschinen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechtes (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013314
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	In der Vorlesung werden alle wichtigen Informationen rund um das deutsche Patent- und Gebrauchsmusterrecht vermittelt. Die Studentinnen und Studenten werden insbesondere mit der Erteilung, Wirkung und Durchsetzung von Patenten und Gebrauchmustern bekannt gemacht. Weitere Schwerpunkte sind das Lizenzvertragsrecht und das Recht an Arbeitnehmererfindungen. Die Vorlesung richtet sich an insbesondere Ingenieurinnen und Ingenieure, die in ihrem Berufsleben zukünftig mit Fragestellungen aus dem Bereich des gewerblichen Rechtsschutzes, insbesondere im Zusammenhang mit Patent und Gebrauchsmustern, in Berührung kommen. Ziel der Vorlesung ist es, das notwendige Basiswissen zu vermitteln, das für die tägliche Arbeit im Beruf bei Umgang mit Patenten und Patentfachleuten erforderlich ist. In der Übung wird der Stoff der Vorlesung anhand von praxisnahen Fallgestaltungen in Vortrag und Diskussion aktualisiert und vertieft.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: siehe Inhalt
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Skript zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 100 % entweder aus der Note der mündlichen Prüfung oder aus der Note der Klausur. (je nach Teilnehmerzahl)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechtes (401331401)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechtes	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechtes	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Einführung in Laseranwendungen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010184
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung in die Lasertechnik • Anwendungsgebiete der Lasertechnik in der Produktion, Lasermarkt • Laserprinzip: Laser in drei Bildern, Aktives Medium, Besetzungsinversion, Nichtlineare Verstärkung, Resonator 2 • Strahlquellen für die Lasermaterialbearbeitung • Gaslaser, Festkörperlaser, Halbleiterlaser; Beispiele: CO2-Laser, Nd:YAG-Laser, Diodenlaser • Wellenlänge/Frequenz, Leistung/Energie, Pulsdauer, Wirkungsgrad 3 • Charakterisierung des Laserstrahls als Werkzeug in der Lasertechnik • Gaußscher Strahl, Intensitätsverteilung, Strahlqualität • Ausbreitung und Strahlformung von Laserstrahlung • Lichtwellenleiter • Parameterfeld für die Lasermaterialbearbeitung 4 • Physikalische Grundlagen der Lasermaterialbearbeitung • Reflexion, Transmission und Absorption • Temperatur, Wärmeleitung • Massendiffusion; Beispiel Härten 5 • Trennen und Fügen • Wärmeleitungsschweißen, Tiefschweißen, Hybridschweißen, Kunststoffschweißen • Löten mit Diodenlasern • Abtragen durch Schmelzaustrieb, Abtragen durch Sublimation, Bohrtechniken • Laserstrahlschmelzschneiden, Laserstrahlsublimierschneiden, Laserstrahlbrennscheiden 6 • Oberflächentechnik • Härten • Umschmelzen • Legieren • Beschichten • Reinigen • Polieren • Rapid Prototyping Verfahren: Laserstrahlgenerieren (LG), Selektiv Laser Melting (SLM), Selektive Laser Sintering (SLS), Laminated Object Manufacturing (LOM), Stereolithographie (SL) 7 • Lasermesstechnik • Triangulation, Lichtschnittverfahren • Holografie, Interferometrie • Spektroskopie • Neue Anwendungen aus den Bereichen Biophotonik und Mikrotechnik.

Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten kennen die grundlegenden Eigenschaften des Gaußschen Strahls und können seine Propagation und die Umformung mit einfachen optischen Systemen berechnen. • Sie kennen den prinzipiellen Aufbau von Gas-, Festkörper- und Diodenlasern und verstehen die Funktionsweise der einzelnen Komponenten der Laserstrahlquellen. • Den Studenten sind die grundlegenden Wechselwirkungen von Laserstrahlung mit Materie sowie aller derzeit in der industriellen Produktion verbreiteten Verfahren der Lasermaterialbearbeitung und Messtechnik bekannt. • Sie kennen die typischen Verfahrensparameter der Laseranwendungen und können selbstständig ein gewünschtes Verfahrenergebnis in den Stand der Technik einordnen. Nicht fachbezogen: • Die Studenten sind in der Lage vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: " Dieses Modul kann nicht belegt werden, wenn das Modul "Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen" parallel belegt wird oder im letztgenannten Modul bereits eine Prüfung abgelegt wurde oder ein Fehlversuch vorliegt. Empfohlene Voraussetzungen: " Physik
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • Dieses Modul kann nicht belegt werden, wenn das Modul "Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen" parallel belegt wird oder im letztgenannten Modul bereits eine Prüfung abgelegt wurde oder ein Fehlversuch vorliegt. Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Physik
Literatur	• Vorlesungsskript Lasertechnik I • Vorlesungsskript Lasertechnik II • CD Lasertechnik
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Constantin Häfner
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	30,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündliche Prüfung Einführung in Laseranwendungen (401018401)	1. Semester	2. Semester	2	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in die Laseranwendungen	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Einführung in die Laseranwendungen	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Laser in Bio- und Medizintechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011559
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Übersicht Laserverfahren in Medizin, Medizintechnik, Biotechnologie und Chemie • Verfahrenseinordnung zu alternativen Prozessen • Marktsituation 2 • Grundlagen Eigenschaften Licht - Wiederholung • Technologien zur Mikro- und Nanoskalierung von Licht • Optische Systeme zur Anregung und Detektion 3 • Grundlagen Wechselwirkung Licht Materie - Wiederholung • Strahlungstransport und Absorption in biologischen Materialien • Energietransport 4 • Wirkmechanismen in biologischen Materialien • Zellspezifische Wirkung von Laserstrahlung • Gewebespezifische Wirkung von Laserstrahlung 5 • Laserverfahren für medizintechnische Produkte • Lasergestützte generative Verfahren zur Implantatherstellung • Mikrostrukturierung für medizinische Instrumente 6 • Laser-Mikrofügetechnik für medizinische und biotechnische Produkte • Laserunterstützte Oberflächenmodifikation • Photochemische Funktionalisierung von Implantaten 7 • Laser in der Therapie • Laser in der Weichgewebechirurgie • Laser in der Hartgewebechirurgie 8 • Laser in der Ophtalmologie • Photodynamische Therapie • Laserinduzierte Thermotherapie 9 • Laserverfahren in der medizinischen Diagnostik • Fluoreszenzverfahren • Optische Kohärenztomographie 10 • Laserverfahren in der Biotechnologie • Verfahren zur Herstellung biotechnologischer Komponenten • Funktionalisierung von Biochips

	11 • Zellbasierte Laserverfahren • Zellmanipulation • Optische Pinzette 12 • Nanochirurgie in Zellen und Zellkompartimenten • Lasertranspektion und photonische Genmanipulation • Proteinmanipulation mit Laserstrahlung 13 • Laserverfahren in der Bioanalytik • Fluoreszenzspektroskopie • Oberflächen-Plasmonen-Resonanz- und Interferenzspektroskopie 14 • Laserverfahren in der Chemie • Photochemische Prozesse • Femtochemie 15 • Laborexkursion • Klinikumsexkursion
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die wichtigen wesentlichen Eigenschaften von Laserstrahlung, deren Nutzung für Anwendungen in Medizin, Biotechnologie und Chemie und können diese berechnen. • Die unterschiedlichen Wechselwirkungsmechanismen von Laserstrahlung mit biologischen Materialien und Materie sowie in der Nutzung des Werkzeugs Photon für photochemische Verfahren sind qualitativ verstanden und können den verschiedenen Verfahren zugeordnet werden. • Wirkungsmechanismen für verschiedene Gewebetypen und Wechselwirkungen mit biologischen Medien und chemischen Verbindungen können für praxisrelevante Spezialfälle beschrieben und berechnet werden. • Wichtige Anwendungen von Lasern in der Medizin sind bekannt und können im Kontext einer Anwendung des Lasers in den Lebenswissenschaften eingeordnet werden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Physik " Laser in der Mikrotechnik " Medizintechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Physik • Laser in der Mikrotechnik • Medizintechnik
Literatur	• Skript • CD
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Constantin Häfner Dr.-Ing. Arnold Gillner
ECTS Credits	6

Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Laser in Bio- und Medizintechnik (401155901)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Laser in Bio- und medizintechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Laser in Bio- und Medizintechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Mikro-/Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011688
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Übersicht Laserverfahren in Mikro-, Medizin- und Nanotechnologie • Verfahrenseinordnung zu alternativen Prozessen • Marktsituation 2 • Grundlagen Eigenschaften Licht - Wiederholung • Technologien zur Mikro- und Nanoskalierung von Licht • Abgrenzung Einsatzfelder Laserstrahlquellen für Mikro- und Nanotechnik 3 • Grundlagen Wechselwirkung Licht Materie - Wiederholung • Absorptionsprozesse: Metalle, Halbleiter, Keramik, Kunststoff • Photochemie Grundlagen 4 • Transportprozesse auf der Mikro- und Nanoskala • Kollektive Phänomene • Multiphasenprozesse 5 • Kurzpulswechselwirkung • Nichtlineare Wechselwirkungsprozesse • Selbstfokussierung 6 • Lithographieverfahren • Auflösungsgrenze - Grundlagen und Technologien • Technische Systeme 7 • Interferenzverfahren zur Nanostrukturierung • Laserinduzierte Photochemische und Photothermische Prozesse • Optische Nahfeldbearbeitung 8 • Mikroabtrag mit Laserstrahlung - Verfahrensvarianten • Mikrobohren • Photochemisch unterstützte Ätzverfahren 9 • Mikrofügen mit Laserstrahlung - Verfahrensvarianten • Mikroschweißen und Mikrolöten • Schmelzfreie Mikroverbindungstechnik 10 • Laserstützte Mikro- und Nanobeschichtung • Laser-CVD • Laser-PLD

	11 • Photochemische und Photothermische Mikro-Werkstoffmodifikation • Oberflächen-Photochemie • Bulk-Modifikation transparenter Werkstoffe 12 • Laser- und Laserverfahren für mikrooptische Bauelemente • Mikrosystemtechnische optische Komponenten • Photonische Kristalle - Grundlagen und Verfahren zur Herstellung 13 • Photopolymerisation • Nichtlineare Wechselwirkungen in Fluiden • Biotechnologische Anwendungen von Laserverfahren 14 • Maschinentechnik zur Laser-Mikrobearbeitung • Optische Systemtechnik zur Mikro- und Nanostrukturierung • Prozesskontrolle 15 • Anwendungsbeispiele • Laborexkursion
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten kennen die für die Mikrobearbeitung mit Laserstrahlung notwendigen und wichtigen wesentlichen Eigenschaften von Laserstrahlung, deren Nutzung für die Mikro- und Nanotechnik und können diese berechnen. • Die unterschiedlichen Wechsel-wirkungsmechanismen von Laserstrahlung und Materie bei der Mikro- und Nanobearbeitung sowie in der Nutzung des Werkzeugs Photon für photochemische Verfahren sind qualitativ verstanden und können den verschiedenen Verfahren zugeordnet werden. • Transportprozesse in der Festphase, der Flüssigphase und der Gasphase können für praxisrelevante Spezialfälle berechnet werden. • Wichtige Anwendungen von Lasern in der Mikrotechnik sind bekannt und können im Kontext einer Mikroproduktionstechnik eingeordnet werden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studenten sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Physik " Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Physik • Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
Literatur	• Skript Laser in der Mikrotechnik • CD
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Constantin Häfner
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Mikro-/ Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung (401168801)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mikro-/ Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Mikro-/Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011013
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Einführung in die Eigenschaften und das Layout optischer Systeme 1 • Elektromagnetische Wellen • Analogie mechanische/optische Wellen, • Maxwellgleichungen, Wellengleichung, ebene Wellen, Kugelwellen, • Huygenssches Prinzip, • Reflexion/Transmission, Polarisation 2 • Strahlenoptik (paraxiale Optik) • Abgrenzung: Beugungsoptik-Strahlenoptik, • Konstruktion von Abbildungsstrahlengängen, Matrixformalismus • Helmholtz-Lagrange-Invariante, f/# - Zahl und numerische Apertur • Kardinalpunkte und Hauptebenen 3 • Aberrationen • Aperturen und Pupillen, • Optische Weglängendifferenz (OPD), • Seidelsche Aberrationstheorie,• Chromatische Aberration, Korrekturprinzipien 4 • Ray-Tracing • Prinzip des Ray-Tracing, • Aberrationsdiagramme, • Abbildungsleistung optischer Systeme 5 • Optisches Layout und Optimierung • Vorgehen beim Optik Design, Merrit Funktion • Grundformen optischer Systeme 7 • Optische Werkstoffe • Grundlagen der linearen Dispersion, • Eigenschaften optischer Gläser,• Metallspiegeloptiken, • Kunststoffe als optische Materialien, • GRIN – Komponenten, • Doppelbrechung 8 • Interferenz und Beugung • Zweistrahlinterferenz, Vielstrahlinterferenz, • optische Schichten, • Beugung, Fresnel-Beugung, Fernfeld und Nahfeld 9 • Einführung in die Lasertechnik

	• Anwendungsgebiete der Lasertechnik in der Produktion, Lasermarkt • Laserprinzip: Laser in drei Bildern, Aktives Medium, Besetzungsinversion, Nichtlineare Verstärkung, Resonator 10 • Strahlquellen für die Lasermaterialbearbeitung • Gaslaser, Festkörperlaser, Halbleiterlaser; Beispiele: CO2-Laser, Nd:YAG-Laser, Diodenlaser • Wellenlänge/Frequenz, Leistung/Energie, Pulsdauer, Wirkungsgrad 11 • Charakterisierung des Laserstrahls als Werkzeug in der Lasertechnik • Gaußscher Strahl, Intensitätsverteilung, Strahlqualität • Ausbreitung und Strahlformung von Laserstrahlung • Lichtwellenleiter • Parameterfeld für die Lasermaterialbearbeitung 12 • Physikalische Grundlagen der Lasermaterialbearbeitung • Reflexion, Transmission und Absorption • Temperatur, Wärmeleitung • Massendiffusion; Beispiel Härten 13 • Trennen und Fügen • Wärmeleitungsschweißen, Tiefschweißen, Hybridschweißen, Kunststoffschweißen • Löten mit Diodenlasern • Abtragen durch Schmelzaustrieb, Abtragen durch Sublimation, Bohrtechniken • Laserstrahlschmelzschneiden, Laserstrahlsublimierschneiden, Laserstrahlbrennscheiden 14 • Oberflächentechnik • Härten • Umschmelzen • Legieren • Beschichten • Reinigen • Polieren • Rapid Prototyping Verfahren: Laserstrahlgenerieren (LG), Selektiv Laser Melting (SLM), Selektive Laser Sintering (SLS), Laminated Object Manufacturing (LOM), Stereolithographie (SL)
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Berechnungsverfahren der paraxialen Optik und die Abbildungsfehler bei nicht-paraxialer Optik und können diese Verfahren einsetzen. Sie kennen weiterhin das Ray-Tracing-Verfahren zum Entwurf und zur Optimierung technischer optischer Systeme. Die Studierenden sind in der Lage, diese strahlenoptischen Verfahren abzugrenzen von wellenoptischen Verfahren, die beispielsweise bei der Auslegung beugungsbegrenzter Systeme und von Lasern zu Einsatz kommen. Die Studenten kennen die grundlegenden Eigenschaften des Gaußschen Strahls und können seine Propagation und die Umformung mit einfachen optischen Systemen berechnen. Sie kennen den prinzipiellen Aufbau von Gas-, Festkörper- und Diodenlasern und verstehen die Funktionsweise der einzelnen Komponenten der Laserstrahlquellen. Den Studenten sind die grundlegenden Wechselwirkungen von Laserstrahlung mit Materie sowie aller derzeit in der industriellen Produktion verbreiteten Verfahren der Lasermaterialbearbeitung und Messtechnik bekannt. Sie kennen die typischen Verfahrensparameter der Laseranwendungen und können selbstständig ein gewünschtes Verfahrenergebnis in den Stand der Technik einordnen. Nicht fachbezogen: • Die Studenten sind in der Lage vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: " Dieses Modul kann nicht belegt werden, wenn eines der Module "Einführung in Laseranwendungen" oder "Einführung in optische Systeme für die Produktion" parallel belegt wird oder in einem der zwei letztgenannten Module bereits eine Prüfung abgelegt wurde oder ein Fehlversuch vorliegt. Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):

	" Physik (für Maschinenbauer)
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • Dieses Modul kann nicht belegt werden, wenn eines der Module "Einführung in Laseranwendungen" oder "Einführung in optische Systeme für die Produktion" parallel belegt wird oder in einem der zwei letztgenannten Module bereits eine Prüfung abgelegt wurde oder ein Fehlversuch vorliegt. Empfohlene Voraussetzungen: • Vorlesung „Physik für MB“
Literatur	• Vorlesungsunterlagen „Technologie optischer Systeme“ • Vorlesungsskript Lasertechnik I • Vorlesungsskript Lasertechnik II • CD Lasertechnik
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Constantin Häfner Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Carlo Holly
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen (401101301)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Konstruktion und Anwendung von Lasern und optischen Systemen	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Konstruktion und Anwendung von Lasern und optischen Systemen	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Computerunterstützte Chirurgietechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013310
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in die Chirurgie und Chirurgietechnik • Historie, Aufgaben und Zielsetzung, „minimal-invasive Chirurgie“ • Arbeitsplatz Operationssaal • chirurgische Instrumenten- und Gerätetechnik (Überblick) 2 • Randbedingungen • Hygiene • Technische Sicherheit • Gesetzliche und normative Anforderungen 3-5 • Datenakquisition/Perzeption • Bildgebungsverfahren für die Chirurgie (2-3D Fluoroskopie, CT, (Open)MR, Ultraschall, Endoskopie,...) kontextspezifische Charakteristika, Verfahren, Einbindung in den intraoperativen Arbeitsablauf, Anwendungsgebiete • intraoperative Messtechnik (3D-Lage- und Kraftsensorik, …), „Smart Instruments“ • Weitere Daten-/Informationsquellen (morphologische und funktionelle Atlanten, Implantatdatenbanken, statistische Modelle,…) 6-7 • Extraktion und Kombination von Information/Kognition I • Signal- und Bildanalysetechnik, Segmentierung (Grundlagen) • multimodale Referenzierungsverfahren (PTP, ICP, starr/elastisch) 8-9 • Kognition II/Planung • prä- vs. intraoperative Planungssysteme: Grundlagen und Anwendungen (Orthopädie und Unfallchirurgie, Dental- und kraniofaziale Chirurgie, Neuro- und Strahlentherapie,…); • Fertigung und Anwendung physikalischer Planungsmodelle, • computerassistierte Planung und Fertigung individueller Implantate und Vorrichtungen (CASP/CAM) 10-12 • Ausführung I/Navigationstechnik • Stereotaxie • intraoperative Registrierungsverfahren (mechanische/kinematische, optische, ultraschalltechnische und fluoroskopische Verfahren, 3D-Morphing) • dynamische Referenzierung, Messtechnik, medizinische und technische Limitierungen und Trends • Planungsbasierte Leistungsregelung (Navigated Control) • bildbasierte und bildlose Navigation • Mensch-Maschine-Interaktion/ Limitierungen 13 • Ausführung II/ Robotik • Systeme und Sicherheitskonzepte chirurgischer Robotersysteme; Baufor-men, Kinematik • semiaktive/synergistische und aktive Robotersysteme; • Anwendungen: Roboter in Orthopädie, Neurochirurgie und Strahlen¬therapie,… • Entwicklungen und Trends

	14 • Chirurgische (Tele-)Manipulatoren • Anforderungen MIC • Bauformen, Kinematik, Systeme • Anwendungen und technische Besonderheiten • Herausforderungen, Limits, Trends 15 • Repetitorium (bei Bedarf)
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen Grundlagen, Entwicklung und Trends der computerunterstützten Chirurgie und die Besonderheiten des medizinisch-technischen Kontextes • Die Studierenden kennen grundlegende technologische Komponenten und Verfahrensschritte und können deren Funktionsweise in Grundzügen erläutern • Die Studierenden kennen die für die computerunterstütze Chirurgie zum Einsatz kommenden multimodalen Datenquellen und Aufnahmeverfahren und können deren in diesem Kontext wichtigen grundlegenden Charakteristika und Limitierungen erläutern. • Die Studierenden kennen und verstehen Verfahren zur Extraktion und Kombination multimodaler Informationen auf Basis von Signal- und Bildanalyseverfahren sowie Referenzierungsverfahren und können diese erläutern. • Die Studierenden können das erlernte Wissen an Beispielen praktisch umsetzen und experimentell erproben. • Die Studierenden kennen und verstehen Grundlagen und Techniken der computergestützten Planung und rechnergestützen Fertigung von physikalischen Individualplanungsmodellen und können diese erläutern • Die Studierenden kennen und verstehen Komponenten und Verfahren der intraoperativen Referenzierung und Navigation sowie deren theoretische Grundlagen, Charakteristika und Limitierungen, können diese erläutern und beispielhaft anwenden. • Die Studierenden kennen Ausführungsformen, Charakteristika und Anwendungen von Roboter- und Manipulatorsystemen in der Chirurgie und können diese erläutern. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • In praktischen Übungen können die Studierenden erlerntes Wissen u.a. zu Mathematik, Messtechnik, Bildverarbeitung, Mechanik und Programmierung in C++ an Beispielen auf Basis einer selbständigen (angeleiteten) Problemanalyse praktisch umsetzen und experimentell erproben (Methodenkompetenz). • Die programmtechnische Implementierung und experimentelle Erprobung in den Übungen erfolgt teilweise in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Medizintechnik I " Einführung in die Medizin (Baumann) " Physik und Mathematik " Grundvorlesungen im Maschinenbau
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Medizintechnik I • Einführung in die Medizin (Baumann) • Physik, Mathematik • Grundvorlesungen Maschinenbau
Literatur	(am Lehrstuhl einsehbar; leider keine klassischen Lehrbücher verfügbar): 1. • Konermann W. et al.: Navigation und Robotik in der Gelenk- und Wirbelsäulenchirurgie. Springer Verlag 2003 2. • Kramme, R.: Medizintechnik. Verfahren, Systeme und Informationssysteme, 2. Aufl., Springer Verlag 2002 3. • Taylor, R.H.: Computer Integrated Surgery – Technology and Clinical Applications. MIT Press, Cambridge, MA, 1996 4. • Fedtke St. et al.: Computerunterstützte Chirurgie. Vieweg Verlag, 1994 5. • Umdruck/Foliensammlung zur Vorlesung Zeitschriften (Beispiele): • 1. Journal of Computer Aided Surgery (Taylor&Francis) • 2. Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery (Wiley) (…zahlreiche weitere Zeitschriften zu Teilaspekten; besonders geeignete Artikel werden als Kopien in der Vorlesungen/Übung nach Bedarf bereitgestellt) Konferenzen (K.-bände mit ISBN; K. teilw. mit Studierendenwettbewerb): • 1. Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS) • 2. Medical Computing and Computer Assisted Interventions (MICCAI) • 3. Computer Assisted Orthopaedic Surgery (CAOS) • 4. Computer und Roboter Assistierte Chirurgie (CURAC)
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Klaus M. Radermacher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computerunterstützte Chirurgietechnik (401331001)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Praktikum Computerunterstützte Chirurgietechnik	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014435
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Grundlagen & Bedeutung von Medizinproduktergonomie und Gebrauchstauglichkeit • Spezifische Randbedingungen & Risiken des Medizinprodukteinsatzes • Rechtlicher und normativer Rahmen, Verantwortung und Haftung • Beispiele von Benutzungsfehlern 2 • Ergonomie und Gebrauchstauglichkeit in Entwicklung, Zulassung und Betrieb von Medizinprodukten • Einführung in Medizinprodukterecht & medizintechnische Normung im nationalen und internationalen Zusammenhang (Europa, USA…) • Klassifizierung von Medizinprodukten • Zulassung und Betriebsüberwachung von Medizinprodukten / Zwischenfallmeldesysteme und -pflichten 3, 4 • System-Ergonomie in der Medizin: Grundlagen der Medizinproduktergonomie • Definitionen und Grundlagen der Ergonomie • Belastungs- / Beanspruchungsmodell • Wahrnehmung und mentale Modelle • Methoden ergonomischer Gestaltung und Bewertung • Besonderheiten im medizinischen Nutzungsumfeld 5, 6, 7 • Gestaltung und Bewertung medizinischer Arbeitsplätze • Charakterisierung medizinischer Arbeitsplätze • Methoden und Werkzeuge zur Analyse von Belastungen, Beanspruchungen und Risiken (z.B. für muskuloskeletale Langzeitschäden bei Ärzten und Pflegepersonal) • Ermittlung und Problemfelder des klinischen Workflows • Grundsätze ergonomischer / gebrauchstauglicher Gestaltung von Medizinprodukten 8, 9 • Mensch-Maschine-Interaktion im klinischen Nutzungskontext • Grundlagen der Mensch-Maschine-Interaktion • Kontextuelle Eignung verschiedener Mensch-Maschine-Schnittstellen zur Informationsein- und –ausgabe • Grundsätze medizintechnischer Dialoggestaltung • Alarme 10 • Risikomanagement für Medizinprodukte I • Definition und Bewertung des Risikos im klinischen Nutzungskontext • Normgerechter, integrierter Risikomanagementprozess • Planung und Durchführung einer System-Risikoanalyse • Klassifizierung und Auswirkungen von Gegenmaßnahmen 11 • Risikomanagement für Medizinprodukte II - Humaninduzierte Fehler • Ursachen, Klassifizierung und Auswirkungen menschlicher Fehler • Benutzer- vs. Benutzungsfehler, normative und rechtliche Sicht • Quantifizierung menschlicher Fehler 12 • Gebrauchstauglichkeit I • Grundlagen / Aspekte klinischer Gebrauchstauglichkeit • Konzept und Vorgehen im Usability-Engineering-Prozess / Einbindung in die Entwicklung medizintechnischer Produkte • Spezifikation der Gebrauchstauglichkeit (Nutzungskontext, Anwendercharakterisierung…) • Anwenderpartizipation 13 • Gebrauchstauglichkeit II • Spezifikation und Einfluss des Validierungsumfeldes • Methoden und Werkzeuge zur Verifizierung / Validierung klinischer Gebrauchstauglichkeit 14 • Vertiefung • Vertiefung ausgewählter Aspekte der Integration von Ergonomie und Gebrauchstauglichkeit in den Prozess der Medizinproduktentwicklung anhand verschiedener Fallbeispiele 15 • Repetitorium
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen den Zusammenhang und die Bedeutung von Mensch-Maschine-Interaktion, Ergonomie und Gebrauchstauglichkeit im Rahmen der Medizinproduktentwicklung, -zulassung und anwendung. • Sie sind mit den grundlegenden Verfahren zur ergonomischen Gestaltung und Bewertung medizinischer Arbeitsplätze vertraut und können entsprechende Werkzeuge im Zusammenhang mit Fallbeispielen anwenden. • Auf Basis ihrer Kenntnisse zu den spezifischen Randbedingungen des medizintechnischen Einsatzumfeldes sowie zu Verfahren und Methoden des medizintechnischen Risi-komanagements können die Studierenden Risiken und mögliche Gefährdungen des Medizinprodukteinsatzes ermitteln, einordnen und bewerten. Sie sind in der Lage, geeignete Gegenmaßnahmen zu entwickeln und ihre Wirksamkeit kritisch zu beurteilen. • Dabei verfügen sie insbesondere auch über Kenntnisse bzgl. der Mechanismen und Risiken klinischer Mensch-Maschine-Interaktion • Die Studierenden kennen Struktur und Ablauf des bzgl. der Medizinproduktentwicklung normativ verankerten Usability-Engineering-Prozesses und sind in der Lage, diesen auf entsprechende Produktentwicklungsvorgänge abzubilden.

	• Die Studierenden verfügen über Grundlagenkenntnisse bzgl. etablierter Verfahren, Methoden und Werkzeuge zur Erreichung und Überprüfung der Gebrauchstauglichkeit. Sie sind fähig, diese situativ angemessen auszuwählen und anzuwenden sowie die resultierenden Ergebnisse zu bewerten. • Die Studierenden kennen grundlegende Aspekte des Risikomanagements sowie Risikoanalyseverfahren und können diese auf ein Medizinprodukt anwenden • Die Studierenden kennen die Grundlagen des Konformitätsbewertungsverfahrens sowie der Klassifizierung von Medizinprodukten, können diese erläutern und auf einfache Beispiele anwenden und hieraus abzuleitende Anforderungen an Dokumentation, Qualitätsmanagement und Zulassung benennen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind in der Lage selbständig ein Themengebiet aus vorgegebener interdisziplinärer Literatur aufzuarbeiten, diese durch eigene Recherchen zu ergänzen, und aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht zu analysieren und zu bewerten. • Die Studierenden können sowohl interdisziplinäre wie auch ingenieurwissenschaftliche Aspekte des bearbeiteten Themengebietes in einer Präsentation zusammenfassend darstellen, erläutern und diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.): " Modul "Medizintechnik I" (Radermacher, FB 4) ist als Grundlage bzw. begleitend sinnvoll, jedoch nicht zwingend erforderlich " "Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme" (Schlick) " 'Industrial Engineering' (Schlick)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Modul "Medizintechnik I" (Radermacher, FB 4) ist als Grundlage bzw. begleitend sinnvoll, jedoch nicht zwingend erforderlich • "Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme" (Schlick) • „Industrial Engineering I“ (Schlick)
Literatur	(am Lehrstuhl einsehbar; teilweise in der Hochschulbibliothek verfügbar, kein spezifisches Lehrbuch vorhanden): • Medizinprodukterecht, BVMed, 2004 • Wintermantel E, Ha, SW: Medizintechnik mit biokompatiblen Werkstoffen und Verfahren, 3.Aufl., Springer, 2002 • Nielsen J: Usability Engineering, Morgan Kaufman, 1993 • Reason J: Human Error, Cambridge University Press, 1990 • Rubin J: Handbook of Usability Testing, Wiley, 1994 • Salvendy G: Handbook of Human Factors and Ergonomics, 3rd Ed., Wiley, 2005 • Shneiderman B, Plaisant C: Designing the User-Interface, Pearson Addison-Wesley, 2005 • Wickens CD: An introduction to Human Factors Engineering, 2nd Ed., Pearson Education Inc., 2004 • Dumas JS: A practical guide to usability testing, Ablex Publishing Corporation, 1993 • Jonassen DH, Hannum WH: Handbook of Task Analysis Procedures, Westport Connection, 1989 • Luczak H: Arbeitswissenschaft, Springer, 1993 • Wicklund ME: Medical Device and Equipment Design, Interpharm Press Inc., 1995 • (…Zeitschriften zu Teilaspekten; besonders geeignete Artikel werden als Kopien in der Vorlesungen/ Übung nach Bedarf bereitgestellt) • Umdruck/Foliensammlung zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Klaus M. Radermacher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten (401443501)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011575
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1-4 Einführung • Entwicklung, Aufgabengebiete und Randbedingungen der Biomechanik des menschlichen Stütz- und bewegungsapparates; geschichtliche Aspekte, Anwendungen, Perspektiven • Funktionelle Anatomie des Stütz- und bewegungsapparates; klinische Aspekte 4-7 Materialmodellierung • Grundlagen der materialmodellierung, FEM, Biomechanische Modellierung von Hart- und Weichgewebe • Computergestützte FEM Simulationen • Mechanobiologie 8 Biomechanische messtechnik I • laborexperimentelle Ermittlung von Materialkennwerten und Beanspruchungen; Anwendungsbeispiele aus der Forschung, Bioreaktorentwicklung 9-11 Statische und dynamische Modellierung zur Berechnung von Gelenkkräften • 2D, 3D, 4D Modellierungsansätze • Rechnergestützte Mehrkörper-Simulationen • Anwendungen und Einschränkungen 12 Biomechanische Messtechnik II • Bewegungsanalyse, invivo-Messtechnik, Kraft, Druck, Momente, EMG 13-15 Biomechanik der Implantate • Historischer Rückblick • Allgemeine Anforderungen und Randbedingungen • Biokompatibilität • Materialien, Verankerung, Tribologie • Kinematik und Kinetik • Oberflächenstrukturen • Alterung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der Biomechanik des menschlichen Stütz- und Bewegungsapparates sowie ein Grundverständnis des Einflusses krankhafter Veränderungen in Form und Funktion sowie Kenntnisse zu biomechanischen Grundlagen therapeutischer Maßnahmen, Hilfsmittel und Implantate sowie zur Reaktion des Körpers auf mechanische belastungen und beanspruchungen (u.a. Viskoelastizität, Relaxiation, Modelling/ Remodelling, ...) • Die Studierenden kennen die wichtigsten messtechnischen laborexperimentellen und klinischen Verfahren zur Erfassung von Muskelaktivität, 3D-Bewegungsanalyse, Belastungen und Beanspruchungen in-vitro und in-vivo • Die Studierenden kennen die wichtigsten messtechnischen laborexperimentellen Verfahren zur biomechanischen Untersuchung von Implantatmaterialien und Implantaten zum Ersatz von Hart- und Weichgewebe des Stütz- und Bewegungsapparates • Die Studierenden kennen wesentliche Aspekte und Verfahren der makroskopischen und mikroskopischen biomechanischen Modellierung von Knochen und Weichgewebeanteilen zur Simulation von Belastungen und Beanspruchungen sowie resultierenden Adaptionsvorgängen

	• Die Studierenden sind in der Lage Verfahren der biomechanischen Modellierung hinsichtlich ihrer allgemeinen und individuell zu ermttelnden Informationen sowie ihrer Möglichkeiten und Grenzen einzuschätzen, problemangepasste Modellbildungen u.a. zur (näherungsweisen) Berechnung von Belastungen vorzuschlagen und anzuwenden. • Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse zu rechnergestützten Verfahren der biomechanischen Mehrkörper-Simulation und deren Anwendung im Rahmen von experimentellen und klinischen Untersuchungen bzw. Applikationen • Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse zu Implantaten für Osteosynthese und Gelenk(teil-)ersatz. Nicht fachbezogen: • Die Studierenden sind in der Lage, selbständig und in einem Kleinteam ein Themengebiet aus vorgegebener interdisziplinärer Literatur aufzuarbeiten, diese durch eigene Recherchen und ggf. Experimente zu ergänzen, und aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht zu analysieren und zu bewerten (Methodenkompetenz) • Die Studierenden können sowohl interdisziplinäre wie auch ingenieurwissenschaftliche Aspekte des bearbeiteten Themengebietes in einer Präsentation zusammenfassend darstellen, erläutern und diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Physik, Mathematik " Grundvorlesungen Maschinenbau (Semester 1-4: Mechanik, Messtechnik, ...) " Einführung in die Medizin (Baumann)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Physik, Mathematik • Grundvorlesungen Maschinenbau (Semester 1-4: Mechanik, Messtechnik, ...) • Einführung in die Medizin (Baumann) ;
Literatur	• Pauwels, F. (1980): Biomechanics of the locomotor apparatus. Springer Berlin Heidelberg New York • Maquet, P.G.J. (1985): Biomechanics of the Hip. Springer Berlin Heidelberg New York Tokyo • Brinckmann, P. et.al. (2000): Orthopädische Biomechanik. Thieme Verlag • B.D. Ratner, et.al. (2004): Biomaterial Science. 2nd Edition, Elsevier • B. Kummer (2005): Biomechanik. Deutscher Ärzteverlag • Leondes, C.T. (2007): Biomechanical Systems Technology. (Vol. 1-4), World Scientific Publishing • Z.f. Biomedizinische technik, J.f. Biomechanics, ... (... zahlreiche weitere Bücher und Zeitschriften zu Teilaspekten; besonders geeignete Artikel werden als Kopien in den Vorlesungen/Übungen nach Bedarf bereitgestellt) • Umdruck/Foliensammlung zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche oder eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Klaus M. Radermacher apl. Professor Dr.-Ing. Marcus Stoffel
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates (401157501)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Prüfung Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Medizintechnik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013321
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung in die Medizintechnik • Entwicklung, Aufgabengebiete und Randbedingungen der Medizintechnik; Überblick zur Diagnose-, Therapietechnik 2-4 • Medizinische Bildgebung (I) • Grundlagen insbesondere der Röntgenbildgebung (inkl. CT), Magnet-Resonanztomographie und Ultraschallbildgebung (Weiterführung und Vertiefung zur Medizinischen Bildgebung in Medizintechnik II) • Darstellung von Materialien und Strukturen (Morphologie/ physikalische/mech. Eigenschaften, …,Funktion) im Bild • Berücksichtigung spezifischer Wechselwirkungen bei Materialauswahl und Gestaltung 5 • Biokompatibilität und Biofunktionalität • Definition und Bedeutung von Biokompatibilität und Biofunktionalität; Prüfverfahren; Gewebeeigenschaften; Reaktionen des menschlichen Organismus 6-8 • Biomechanik • Überblick und Grundlagen der Biomechanik, Bedeutung in der Diagnose und Therapietechnik • Biomechanik von Stütz- und Bewegungsapparat, Implantate, Endo- und Exoprothesen (ausgewählte Beispiele, Vertiefung in „Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates“ und „Medizintechnik II“) • Kurzer Überblick zur Biomechanik von Herz und Kreislauf, Atmung, Niere, Ersatz- und Unterstützungssysteme (Weiterführung und Vertiefung in „Physiologische und technische Grundlagen natürlicher und künstlicher Organe“) 9 • Hygiene und Hygienetechnik • Grundlagen der Hygiene; Verfahren und Wirkprinzipien der Desinfektion und Sterilisation; Komponenten und Bauweisen sterilisierbarer Instrumente und Geräte; Krankenhaushygiene 10-13 • Biomaterialien • Einführung und Überblick; mechanische Eigenschaften, Korrosionsbeständigkeit, Biokompatibilität und Hauptanwendungsgebiete metallischer Werkstoffe (einschl. FGL) • Herstellung und Verarbeitung, Sterilisation und Biokompatibilität, Eigenschaften und Anwendungen biokompatibler synthetischer Polymere • Degradationsmechanismen biodegradierbarer Polymere; Struktur und Eigenschaften, Gewinnung, Verarbeitung und Anwendung natürlicher Polymere • Herstellung, Eigenschaften und Anwendungen keramischer Werkstoffe und Faserverbundwerkstoffe in der Medizintechnik 14 • Ausgewählte Fertigungsverfahren für die Medizintechnik • Generative Fertigung von Individualimplantaten, Beschichtung von Implantaten, Herstellung von Zellträgersystemen

	15 • Medizinprodukterecht, Qualität und Sicherheit • Überblick, rechtliche Grundlagen, Konformitätsbewertungsverfahren, Qualitäts- u. Risikomanagement, Sicherheitskonzepte, Schutzmassnahmen und Sicherheit (Weiterführung und Vertiefung in „Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten“)
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der Medizintechnik (Materialien, Bauweisen, Einsatz- und Randbedingungen,…) als Einführung insbesondere für den konstruktiven Bereich der Entwicklung von Instrumenten und Geräten oder auch Organersatz- und Unterstützungssystemen, und damit u.a. über eine Basis für weiterführende Veranstaltungen im Bereich/ Schwerpunkt Medizintechnik. Sie sind in der Lage, unterschiedliche Anwendungsbereiche und -beispiele sowie spezifische Randbedingungen der Medizintechnik für Diagnose und Therapie zu nennen und zu erläutern. • Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse zu normativen Anforderungen bei der Zulassung von Medizinprodukten und deren Bedeutung für die Entwicklung. Sie können ihre Kenntnisse über die besonderen Randbedingungen und Sicherheitsanforderungen der Medizintechnik bei der Bewertung von medizintechnischen Lösungen anwenden. Die Studierenden kennen die wichtigsten Bildgebungsverfahren in der Medizin und können deren grundlegende physikalische Wirkprinzipien erklären. Diese Kenntnisse können sie bei der Auswahl von Materialien im Rahmen der Konstruktion von Komponenten und Systemen anwenden. Die Studierenden sind in der Lage, die Begriffe Biokompatibilität und Biofunktionalität und deren Bedeutung für medizintechnische Produkte zu erläutern und an Beispielen zu verdeutlichen. Sie kennen grundlegende Gewebeeigenschaften und Gewebereaktionen. Die Studierenden kennen die Bedeutung der Hygiene in der Medizintechnik, können Verfahren und Wirkprinzipien der Desinfektion erläutern und diese Kenntnisse bei der Entwicklung bzw. Bewertung von technischen Lösungen anwenden. Insbesondere verfügen sie über Kenntnisse zu geeigneten Konstruktionswerkstoffen und Gestaltungsprinzipien für unterschiedliche medizintechnische Anwendungen und können Besonderheiten hinsichtlich der Eigenschaften, Herstellung und Anwendung erläutern und bei der Lösungssynthese und –evaluation umsetzen. Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse zu ausgewählten Fertigungsverfahren zur Herstellung von Individualimplantaten, zur Beschichtung von Implantaten sowie von Zellträgersystemen, können diese in Grundzügen erklären und bei der Auswahl bzw. Entwicklung konstruktiver Lösungen auf diese Kenntnisse zurückgreifen und bedarfsweise vertiefen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Einführung in die Medizin (Baumann); (ggf. auch parallel) " Physik, Mathematik " Grundvorlesungen Maschinenbau (Semester 1-4: Mechanik, Werkstoffkunde, Maschinengestaltung, Elektrotechnik,Strömungsmechanik I, Messtechnik,etc.) Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...): " Medizintechnik II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Einführung in die Medizin (Baumann); (ggf. auch parallel) • Physik, Mathematik • Grundvorlesungen Maschinenbau (Semester 1-4: Mechanik, Werkstoffkunde, Maschinengestaltung, Elektrotechnik, Strömungsmechanik I, Messtechnik,…) Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Medizintechnik II
Literatur	1. • Hutten, H.: Biomedizinische Technik 1-4, Springer-Verlag 1992 2. • Wintermantel, E., Ha, S-W.: Medizintechnik mit biokompatiblen Werkstoffen und Verfahren. 3. • Aufl. Springer-Verlag 2002 3. Enderle, J., Blanchard, S., Bronzino, J.: Introduction to Biomedical Engineering. 2nd Edition, Elsevier Academic Press 2005 4. • B.D. Ratner, A.S. Hoffmann, F.J. Schoen, J. E. Lemons: Biomaterial Science. 2nd Edition, Elsevier 2004

	5. • Kramme, R.: Medizintechnik. Verfahren, Systeme und Informationssysteme, 2. Aufl., Springer Verlag 2002 6. • St. Silbernagl, A. Despopoulos: Taschenatlas der Physiologie, 6. Aufl., Thieme-Verlag, 2003 7. • B. Kummer: Biomechanik. Deutscher Ärzteverlag, 2005 8. • Zeitschrift für Biomedizinische Technik (…zahlreiche weitere Bücher und Zeitschriften zu Teilaspekten; besonders geeignete Artikel werden als Kopien in der Vorlesungen/Übung nach Bedarf bereitgestellt) 9. • Umdruck/Foliensammlung zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Klaus M. Radermacher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Medizintechnik I (401332101)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Medizintechnik I	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Medizintechnik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014433
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2005
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung • Überblick zur Instrumenten- und Gerätetechnik • Überblick Krankenhaustechnik • Stellenwert, Entwicklungen und Trends 2-4 • Medizinische Bildgebung (II) • Überblick und Gegenüberstellung der wichtigsten medizinischen Bildgebungsverfahren (Röntgen, Computertomographie, MR-Tomographie, PET, SPECT, Ultraschall, Endoskopie, Mikroskopie, OCT, …; Eigenschaften, Anwendungsgebiete und Grenzen) • Aufbau, Bauformen und zugrundeliegenden Verfahren der Bilderfassung bzw. -rekonstruktion 5-6 • Biosignalerfassung, Funktionsdiagnostik und Monitoring • Übersicht zu den wichtigsten Verfahren zur Erfassung von Biosignalen und anderer Vitalparameter • Gerätesysteme für Funktionsdiagnostik und Monitoring (Wirkprinzipien, Eigenschaften, Anwendungsbereiche) 7 • Krankenhaus- und OP-Technik • Infrastruktur, Komponenten und Gerätesysteme • Informationsflüsse und –verarbeitung, Arbeitsabläufe • Übersicht zu Normen und Richtlinien 8 • Anästhesie und Intensivpflege • Überblick Narkose, Beatmung, Notfallmedizin • Gerätetechnik (Wirkprinzipien, Eigenschaften, Anwendungsbereiche) 9 • Laser in der Medizin • Medizinische Lasersysteme (Aufbau, Medien, Eigenschaften) • Biophysikalische Wirkung und Anwendungen • Gerätesysteme und Applikatoren • Sicherheitstechnische Aspekte und Normen 10 • Hochfrequenzchirurgie • Überblick und Entwicklung • Physikalische und technische Grundlagen • Monopolare und bipolare Technik • Sicherheitstechnische Aspekte und Normen 11 • Chirurgische Instrumente- und Gerätetechnik • Chirurgische Motorensysteme und Instrumente • Systeme und Komponenten für die endoskopische Chirurgie • Überblick dentaltechnische Instrumente

	• Überblick zur computerunterstützten Chirurgie 12 • Strahlentherapie • Physikalische und technische Grundlagen • Biophysikalische Wirkung und Anwendungen • Systeme und Komponenten • Sicherheitstechnische Aspekte 13 • Therapeutische Anwendung von Ultraschalll, Stoßwellentherapie • Physikalische und technische Grundlagen • Biophysikalische Wirkung und Anwendungen • Systeme und Bauweisen • Sicherheit 14 • Rehabilitationstechnik • Funktionelle Analyse • Funktionelle Stimulation • Künstliche Gliedmaßen • Rollstuhltechnik • Kommunikationshilfen 15 • Repetitorium
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen Aufbau, Theorie und Wirkungsweise wichtiger diagnostischer und therapeutischer Instrumente, Geräte und Systeme und eren Eigenschaften, Stellenwert und Anwendungsbereiche und können diese in Grundzügen erläutern • Sie können die wesentlichen Komponenten der Krankenhaus- und OP-Technik benennen und erklären und kennen die Bedeutung grundlegender Prozesse, Informationsflüsse und Arbeitsabläufe und können einzelne Komponenten einordnen • Sie kennen die wichtigsten Normen und Sicherheitsanforderungen für die jeweiligen Komponenten und Systeme bzw. können die jeweils aktuellen Bestimmungen ermitteln und anwenden Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind in der Lage selbständig ein Themengebiet aus vorgegebener interdisziplinärer Literatur aufzuarbeiten, diese durch eigene Recherchen zu ergänzen, und aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht zu analysieren und zu bewerten. • Die Studierenden können sowohl interdisziplinäre wie auch ingenieurwissenschaftliche Aspekte des bearbeiteten Themengebietes in einer Präsentation zusammenfassend darstellen, erläutern und diskutieren. • In den Übungen erfolgt die Arbeit teilweise in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.): " Medizintechnik I " Einführung in die Medizin (Baumann) " Physik, Mathematik " Grundvorlesungen Maschinenbau
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Medizintechnik I • Einführung in die Medizin (Baumann) • Physik, Mathematik • Grundvorlesungen Maschinenbau
Literatur	• Hutten, H.: Biomedizinische Technik 1-4, Springer-Verlag 1992 • Wintermantel, E., Ha, S-W.: Medizintechnik mit biokompatiblen Werkstoffen und Verfahren. 3. Aufl. Springer-Verlag 2002 • Enderle, J., Blanchard, S., Bronzino, J.: Introduction to Biomedical Engineering. 2nd Edition, Elsevier Academic Press 2005 • B.D. Ratner, A.S. Hoffmann, F.J. Schoen, J. E. Lemons: Biomaterial Science. 2nd Edition, Elsevier 2004

	• Kramme, R.: Medizintechnik. Verfahren, Systeme und Informationssysteme, 2. Aufl., Springer Verlag 2002 • St. Silbernagl, A. Despopoulos: Taschenatlas der Physiologie, 6. Aufl., Thieme-Verlag, 2003 • B. Kummer: Biomechanik. Deutscher Ärzteverlag, 2005 • Zeitschrift für Biomedizinische Technik (…zahlreiche weitere Bücher und Zeitschriften zu Teilaspekten; besonders geeignete Artikel werden als Kopien in der Vorlesungen/Übung nach Bedarf bereitgestellt) • Umdruck/Foliensammlung zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Klaus M. Radermacher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Medizintechnik II (401443301)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Medizintechnik II	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011716
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Klassifizierung aeroelastischer Vörgänge: statisch, dynamisch 2. Statische aeroelstische Probleme (2D-Betrachtung): Torsionsdivergenz Ruderwirksamkeit 3. HöhenleitwerkswirksamkeitLösungsmethoden statischer aeroelastischer Probleme an Auftriebssystemen:Torsionsdivergenz des geraden Flügels 4. Nähereungsmethoden (Ansatzfunktionen, Einflußzahlen)Torsionsdivergenz des gepfeilten Flügels 5. Dynamische aeroelastische Probleme:EinleitungFlattern, reduzierte FrequenzErweiterte Ansätze zur bestimmung aerodynamischer lasten 6. Formulierung der Bewegungsgleichungen:stationärquasi-stationär 7. instationärvollständiger instationärer Luftkraftansatz 8. Grunsätzliche Vorgehensweise bei der recherischen Flatteranalyse 9. Die Streifentheorie 10. Lösungsmethoden der Flüttergleichungen:p*-Methodep-Methode 11. v-g-Methodep-k-Methode 12. Experimentelle Identifikation strukturdynamischer und aeroelastischer ProblemeEinleitung 13. Phasentrennungsverfahren 14. Phasenresonanzverfahren 15. Messtechnischer Aufwand und Sensorierung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind fähig statische und dynamische aeroelastischer Vorgänge zuzuordnen und deren physikalische Zusammenhänge zu beschreiben. • Sie kennen Formen der Darstellung der Bewegungsgleichungen unter unterschiedlicher aerodynamischer und struktureller Randbedingungen und Annahmen (2D-/3D-Problembetrachtung bzw. stationäre, quasi-stationäre sowie instationäre Problembehandlung). • Sie kennen analytische Lösungsmethoden für 2D-Probleme unter stationärer und quasistationärer Randbedingungen und sie können sie anwenden. • Sie kennen Lösungsmethoden für instationäre aeroelastische Effekte an Tragwerken sowie deren Vor- und Nachteile. • Die Studierenden sind fähig aus der Basis der übermittelten Grundlagen theoretische wissenschaftlichen Argumentationen komplexer aeroelastischer Problemen zu ermessen und zu beurteilen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschlage zu erarbeiten, die ermittelten Ergebnisse zu bewerten und zu vertreten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Technische Mechanik I, II, III " Strukturentwurf von Luft- und Raumfahrt " Schwingungen im Leichtbau I, II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Technische Mechanik I, II, III • Strukturentwurf von Luft- und Raumfahrt • Schwingungen im Leichtbau I, II

Literatur	Skript zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt (401171601)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014843
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Der Strukturentwurf wird maßgeblich vom aerodynamischen bzw. flugmechanischen Entwurf beeinflusst und umgekehrt. Die Studierenden haben einen praxisnahen Einblick in den interdisziplinären Prozess der Lastenrechnung und des Strukturentwurfes am Beispiel von Leichtflugzeugen. • Sie kennen verschiedene Themen aus den Bereichen Aerodynamik, Flugmechanik, Strukturmechanik, Aeroelastik, Werkstoffkunde und Konstruktionslehre hinsichtlich ihrer Anwendung auf den Strukturentwurf von Leichtflugzeugen. In den Übungen wird der Vorlesungsstoff anhand der Berechnung eines typischen, einmotorigen Schulungs- und Sportflugzeuges nachvollzogen. Den Hörern der Vorlesung wird freigestellt, begleitend zur Vorlesung eigene Entwürfe in Hausarbeit durchzurechnen Nicht fachbezogen: keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Leichtbau " Strukturentwurf der Luft- und Raumfahrt " Flugzeugbau I " Aerodynamik " Faserverbundwerkstoffe " Flugmechanik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Leichtbau • Strukturentwurf der Luft- und Raumfahrt • Flugzeugbau I • Aerodynamik • Faserverbundwerkstoffe • Flugmechanik
Literatur	Reimerdes, H.-G.: Skript zur Vorlesung Auslegung und Struktur von Leichtflugzeugen Reimerdes, H.-G.: Skript zur Vorlesung Grundlagen des Strukturentwurfes Reimerdes, H.-G.: Skript zur Vorlesung Strukturentwurf der Luft- und Raumfahrt
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen (401484301)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011717
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung • Definitionen • Beispiele in der Luft- und Raumfahrt • Elastizitätstheoretische Grundlagen 2 • Die Membranschale: • Zylinderschale • Kegelschale • Kugelschale 3 • Fourierreihenentwicklung für Lasten und Verformungen • Lösung der Differentialgleichungen - Übertragungsmatrizen • Spantversteifungen 4 • Behältertheorie 5 • Halbiegetheorie 6 • Vollständige Biegetheorie 7 • Schalenstabilität: • unversteifte Schalen 8 • Schalenstabilität: • versteifte Schalen Die Vorlesung wird in 8 doppelstündigen Blöcken gelesen. Es werden ebenfalls 8 doppelstündige Übungsblocke stattfinden.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die wichtigsten Theorien für die ingenieurmäßige Behandlung von Schalentragwerken. • Sie wissen, wie geschlossene und numerische Lösungen der Differentialgleichungen in Übertragungs- und/oder Steifigkeitsmatrien überführt werden können. • Damit sind die Studierenden in der Lage, eigenständig Schalen zu entwerfen. • Sie wissen weiterhin, wie Kräfte fachgerecht in Schalenstrukturen eingeleitet werden und wie durch Versteifungen das Tragverhalten von Schalen verbessert werden kann. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

	• Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und die ermittelten Ergebnisse ingenieurmäßig zu bewerten. Es wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, ihre eigenen Lösungsansätze vorzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Technische Mechanik I, II " Leichtbau " Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Technische Mechanik I, II • Leichtbau • Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt
Literatur	• Vorlesungsskript • Girkmann, K.: Flächentragweke, Springer Verlag
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken (401171701)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken	1. Semester	2. Semester	-	1
Übung Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011689
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Auswahlkriterien für Elemente • Grenzen von Elementen • Pre/Postprocessor • Vernetzung, inkompatible Netze 2 • Numerische Integration • Elementsperre • reduzierte Integration 3 • Behandlung dynamischer Probleme • Einführung und grundlegende Gleichungen • Finite Element Formulierung • Eigenwertprobleme 4 • Integration im Zeitbereich • Modale Superposition 5 • Kondensationsmethoden • Substrukturen • Statische Kondensation • Dynamische Kondensation 6 • Einführung in nichtlineare Berechnungen • Geometrische Nichtlinearitäten • Material-Nichtlinearitäten • Iterationsverfahren 7 • Stabilitätsverhalten von Strukturen • Grundlegende Gleichungen • Lineare Stabilitätsanalyse 8 Einführung in Kontaktprobleme
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden erhalten die Befähigung, die Finite-Element-Methode richtig einzusetzen, um strukturdynamische und nichtlineare Probleme zu bearbeiten. • Damit sind sie in der Lage kommerzielle Progammsyteme zu nutzen und können mit Hilfe der Programmhandbücher die Lösungswege finden, die für das zu behandelnde Problem am besten geeignet sind.

	• Desweiteren werden sie in der Lage sein, die Ergebnisse von Berechnungen richtig zu interpretieren und auf Richtigkeit zu überprüfen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und die ermittelten Ergebnisse ingenieurmäßig zu bewerten. Es wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, ihre eigenen Lösungsansätze vorzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Technische Mechanik " Grundlagen der Finite Elemente Methode
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Technische Mechanik • Grundlagen der Finite Elemente Methode
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme (401168901)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme	1. Semester	2. Semester	-	1

Übung Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Grundlagen der Finite Elemente Methode (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011056
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung in Finite Differenzen Verfahren und Finite Elemente Methode zur numerischen Lösung von Differentialgleichungen • Software zur Finite Elemente Methode 2 • Prinzipielles Vorgehen bei einer FE-Analyse (Statik) • Ermittlung von Steifigkeitsmatrizen aus der Lösung der Dgl. • Energiemethoden in der Statik 3 • Formulierung der FE-Methode auf der Basis des Prinzips der virtuellen Verschiebungen • Ritz'sche Ansatzfunktionen • Beispiel: Stabelement mit 2 und 3 Knoten 4 • Schubstarrer Balken, eben und räumlich • in Elementkoordinaten • in beliebiger Lage 5 • schubweicher Balken • exzentrische Balkenelemente (Offset) 6 • zweidimensionale Elemente • Scheibenelement • Plattenelement (Kirchhoff) • Faserverbundwerkstoffe 7 • Volumenelement • Isoparametrische Elemente 8 • Isoparametrische Elemente • Genauigkeit und Konvergenz
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studenten lernen die Grundzüge der Finite Elemente Methode kennen. Sie lernen die wichtigsten Elemente für die Strukturberechnung kennen und sind in der Lage, Steifigkeitsmatrizen für einfache Elemente selbst herzuleiten. Sie können für die Lösung von Problemen die geeigneten Elemente auswählen und wissen, wie sich Ansatzfunktionen und Diskretisierung der Modelle auf die Güte der erzielbaren Ergebnisse auswirken. Mit dem vermittelten Wissen sind die Studenten in der Lage, Handbücher für kommerzielle FE-Software zu lesen und solche Rechenprogramme fachgerecht zu nutzen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

	• Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschlage zu erarbeiten, die ermittelten Ergebnisse zu bewerten und zu vertreten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) - Mechanik I,II - Höhere Mathematik Empfohlene Voraussetzungen: - Werkstoffkunde I,II - Leichtbau
(empfohlene) Voraussetzungen	notwendig: • Mechanik I,II • Höhere Mathematik empfohlen: • Werkstoffkunde I,II
Literatur	• Vorlesungsskript • Formelsammlung zum Vorlesungsskript • Link: Finite Elemente in der Statik und Dynamik • Bathe: Finite-Elemente-Methoden
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen der Finite Elemente Methode (401105601)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Grundlagen der Finite Elemente Methode	2. Semester	1. Semester	-	1

Übung Grundlagen der Finite Elemente Methode	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014444
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung • Anforderungen an Raumfahrtstrukturen • Die Phasen einer Raumfahrzeugentwicklung • Missionsanalyse und Umgebungsbedingungen 2 • Definition und Aufgaben von Subsystemen • Aufgaben und Anforderungen an TrägersystemeIntegration von Nutzlasten • Lasten während des Starts 3 • Aufgaben der Strukturmechanik in den Phasen der Entwicklung • Design Kriterien und Lastannahmen • Konfigurationsentwicklung 4 • Strukturkonzepte • Werkstoffe • Verbindungstechniken • Ausgeführte Raumfahrzeuge 5 • Strukturelemente: Strukuridealisierung • Positive und negative Konstruktionsbeispiele • Eindimensionale Strukturelemente 6 • Strukturelemente: Schubfeldträger • Ringe und Schalen 7 • Strukturelemente: Schalen-Membrantheorie • Der Ring als SpantSchalen-Halbmembrantheorie 8 • Strukturelemente: Druckbehälter • Stabilitätsverhalten der Strukturelemente 9 • Strukturdynamik: Einführung • Bewegungsgleichung-SDOF-Systeme 10 • Strukturdynamik: Bewegungsgleichung-MDOF-Systeme • Näherungsweise Bestimmung der Eigenfrequenzen 11 • Schutz gegen Einschläge von Weltraummüll und Mikrometeoriten

	12 • Verifikation, Qualifikation und Abnahme von Strukturen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden beherrschen die Schritte der Strukturauslegung von Raumfahrzeugen vom Anfang eines Projekts (Konzeptstudien) bis zum Ende (Qualifikation und Abnahme) kennen. • Sie sind in der Lage, basierend auf der Aufgabenstellung für das geplante Raumfahrzeug, geeignete Strukturkonzepte zu entwickeln. • Dem Schwerpunkt der Vorlesung entsprechen, werden die Studierenden in der Lage sein, in der Entwurfsphase Konzepte zu entwerfen, die eine gute Basis für spätere Detailarbeiten darstellen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und die ermittelten Ergebnisse ingenieurmäßig zu bewerten. • Die Studierenden erhalten die Möglichkeit, eigene Entwürfe in Gruppenarbeit zu erarbeiten und abschließend
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Leichtbau I " Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Leichtbau I • Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt
Literatur	Vorlesungsskript Sarafin, T.S.: Spacecraft Structures and Mechanisms, Kluwer Academicc Publishers
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen (401444401)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Fügetechnik I - Grundlagen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011004
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Allgemeine Einführung – Verfahren der Fügetechnik 2. Lichtbogenschweißverfahren 3. Pulvergestützte u. konduktive Schweißverfahren 4. Elektronenstrahlschweißen 5. Laserstrahlschweißen 6. Löten 7. Mechanische Fügetechnik 8. Klebtechnik 9. Werkstofftechnische Aspekte beim Fügen von Stahlwerkstoffen 10. Fügefehler und Prüfverfahren 11. Mechanisierung u. Automatisierung 12. Grundlagen fügegerechter Gestaltung und Berechnung 13. Aspekte der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Fügetechnik ist eine interdisziplinäre Technologie. In allen Bereichen der industriellen Produktion müssen Einzelteile zu Funktionsgruppe zusammengefügt werden. Dazu werden vielfältige Fügetechnologien genutzt. • Der Studierende soll die wesentlichen Fügetechnologien kennen lernen. Auf dieser Basis ist er in der Lage zu entscheiden, welche Fügetechnologie für „sein Produkt“ am besten geeignet ist. • Er beherrscht die technologischen Vor- und Nachteile, die Einsatzgrenzen sowie die wirtschaftlichen Randbedingungen. Er lernt die Industriewerkstoffe Stahl und Aluminium besser kennen, sowie die spezifisch für die Fügetechnik relevanten Besonderheiten. • Er weiß um die Beeinflussung der Werkstoffeigenschaften durch Fügeprozesse. • Er erwirbt Grundkenntnisse einer fügegerechten Gestaltung (Konstruktion) sowie erste einfache Ansätze zur Berechnung / Auslegung von statisch belasteten, gefügten Konstruktionen. Weiterhin werden Aspekte des Arbeits- und Umweltschutzes in der Fügetechnik beleuchtet. • Ergänzend zum Vorlesungsblock (Produktionstechnik) werden in den Übungen Anwendungsbeispiele exemplarisch vorgerechnet und spezifische Besonderheiten für die Verkehrtechnik behandelt. Im Labor werden die Verfahren und Methoden vorgeführt und zur Anwendung gebracht. Dabei sollen die Studierenden die Besonderheiten der Verfahren durch selbständiges Ausführen von kleinen Fügeaufgaben erfahren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...): " Fügetechnik II + III
(empfohlene) Voraussetzungen	Voraussetzung für (z.B. andere Module): • Fügetechnik II • Fügetechnik III
Literatur	• Umdrucke und Übungsunterlagen stehen im L2P-Lernportal der RWTH zur Verfügung

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Uwe Reisgen
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Fügetechnik I - Grundlagen (401100401)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktische Ergänzungsübung Fügetechnik I - Grundlagen	2. Semester	1. Semester	-	0
Vorlesung Fügetechnik I - Grundlagen	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Fügetechnik I - Grundlagen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Dynamische Unternehmensmodellierung und -simulation (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014834
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Prinzipien von Ursache-Wirkungsbeziehungen und Rückkopplungseffekten in Geschäftssystemen. • Sie sind in der Lage, ablauffähige Simulationsmodelle von Unternehmen zu erstellen und mit diesen Effekte von Gestaltungs- und Organisationsvarianten zu untersuchen. • Die Studierenden wissen, wie eine Simulationsstudie geplant werden sollte, welche Anforderungen an Modell und Daten gestellt werden müssen, wie die Erstellung von konzeptionellen und quantitativen Modellen erfolgen sollte, wie die erforderlichen Daten beschafft werden können, wie die erstellten Modelle verifiziert und validiert werden können und mit welchen Methoden die Leistungskenngrößen von Simulationsexperimenten ausgewertet werden können. • Den Studierenden sind die gängigen graphischen Prozessmodellierungssprachen und Simulationsansätze bekannt. Sie wissen, welche dieser Sprachen und Ansätze für welche Anwendungsfälle geeignet sind und können einfache Beispielprozesse mit diesen Sprachen/ Ansätzen modellieren und simulieren. • Die Studierenden kennen und verstehen bekannte Modellierungs- und Simulationsansätze u.a. für folgende Anwendungsbereiche: Materialfluss und Logistik (Supply-Chain, Ersatzteillogistik), Projektablauf (Aufgabeninterdependenzen, Iterationen), Warteschlangensimulation (Callcenter, Flughafenbetrieb etc.), Workflowmodellierung und -simulation (Änderungsmanagement in der Produktentwicklung) sowie Menschmodellierung und -simulation (Arbeitsplatzgestaltung, Erreichbarkeitsanalysen). Aufgrund der praktischen Ausbildung im Rahmen der Übungen sind die Studierenden in der Lage, einfache Simulationsmodelle in diesen Anwendungsdomänen selbständig zu erstellen und deren Verhalten zu untersuchen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz). • Ferner erfolgt die Arbeit in der Übung auch in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit). • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern (Präsentation).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Kenntnisse in grundlegenden Forschungsmethoden
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Kenntnisse in grundlegenden Forschungsmethoden
Literatur	Skript zur Vorlesung und Übung
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. ;Verena Nitsch
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Dynamische Unternehmensmodellierung und -simulation (401483401)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Dynamische Unternehmensmodellierung und -simulation	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Qualitätsmerkmale - planen, realisieren, erfassen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011657
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführungsvorlesung • Organisatorisches • Motivation der Vorlesung 2 • Umfassendes Qualitätsmanagement • Erweiterter Qualitätsbegriff • Stakeholder Analyse 3 • EFQM-Modell • Kontinuierliche Verbesserung • RADAR-Zyklus 4 • Qualitätsplanung • Protective Quality • Perceived Quality 5 • Methoden zur Verbesserung der perceived Quality • Markenqualität 6 • Randbedingungen der Organisationsentwicklung • Die Schwächen hocharbeitsteiliger Organisationen • Komplexität und Subjektivität 7 • Regelung der Prozessqualität • Prozessbeherrschung erreichen • Six Sigma 8 • DAMDV-Zyklus • Einführung in p-QMS • Vorbereitungs- / Interviewphase 9 • Harmonisierungs- / Umsetzungsphase • Reifegradstufen von Prozessorganisationen • Standardisierung und Dokumentation 10 • Qualitätsmanagement in der Produktentstehung • Risiken im Produktenstehungsprozess • Stage Gate Prozess

	11 • V-Modell der Produktentstehung • Entwurf des Referenzprozesses • Die Rollenmatrix 12 • Quality Gates in der Produktentstehung • Messung des Produkt- und des Projektreifegrads 13 • Themenorientierte Projektsteuerung • Gremienlandschaft • Maßmahmenverfolgung 14 • Produktbewährung • Fehlerfrüherkennung • Fehlerbeseitigungsprozess
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind in der Lage Qualitätsmerkmale von Produkten, Prozessen und Organisationen systematisch zu planen, zu realisieren und zu erfassen. • Die Studierenden haben das Qualitätsmanagement der Entstehung komplexer Produkte kennengelernt. • Die Studierenden sind befähigt, die wesentliche Methoden des Qualitätsplanung und -lenkung bei der Entstehung komplexer Produkte in das industrielle Umfeld zu übertragen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Systematisch-analytisches Vorgehen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen : " Qualitätsmanagement
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Qualitätsmanagement
Literatur	Webpage www.qualitaets-merkmale.de
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche oder schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt apl. Professor Dr.-Ing. Thomas Prefi
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Qualitätsmerkmale - planen, realisieren, erfassen (401165701)	1. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Qualitätsmerkmale - planen, realisieren, erfassen	1. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Strömungsmechanik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014337
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Ähnlichkeit; Lernziel ist der Zusammenhang zwischen Realausführung und Modellbildung sowie die Bedeutung der Ähnlichkeitsparameter 2 • Schleichende Strömung; Darstellung der Strömungsfelder für das Gleichgewicht aus Druck- und Reibungskraft 3 • Wirbelströmungen; Begriffe und Kinematik der drehungsbehafteten Strömung 4 • Ableitung der Wirbeltransportgleichung und Darstellung der Drehungsfreiheit als Lösung der Impulsgleichung 5 • Potentialströmung; Ableitung der Elementarlösungen 6 • Ableitung der drehungsfreien Strömungsfelder stumpfer Körper 7 • Grenzschichtströmung laminar; Ableitung der Grenzschichtgleichungen 8 • Darstellung der Grenzschichtgrößen und der von Karmanschen Integralbeziehung 9 • Grenzschichtströmung turbulent; Ableitung des turbulenten Grenzschichtprofils 10 • Abgelöste Strömungen; Diskussion des Einflusses des Druckgradienten und der Reibungskräfte auf die Strömung stumpfer Körper 11 • Mehrphasenströmungen; Darstellung der Analyse von mehrphasigen Strömungen 12 • Blasenströmungen, Partikelbewegungen und Filmströmungen 13 • Kompressible Strömungen; Ableitung der Grundgleichungen für kompressible isentrope Fluide 14 • Kompressible Strömungen; Ableitung der Beziehung für den Verdichtungsstoß und Diskussion der Düsenströmung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen:

	• Die Studenten beherrschen die (mathematische) Beschreibung von dreidimensionalen, instationären Strömungsvorgängen inkompressibler und kompressibler Fluide. • Sie kennen die Bezüge zu technischen Aufgabenstellen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) " Strömungsmechanik I Empfohlene Voraussetzungen: " Höhere Mathematik " Thermodynamik Voraussetzung für (z.B. andere Module) " Aerodynamik I, II " Mathematische Strömungsmechanik I, II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Strömungsmechanik I • Höhere Mathematik • Thermodynamik Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Aerodynamik I, II • Mathematische Strömungsmechanik I, II
Literatur	• Fluidmechanik, W. Schröder • An introduction to fluid dynamics, G.K. Batchelor • Fluid Mechanics, F.M. White • Strömungslehre für den Maschinenbau; Siekmann • Applied Fluid Mechanics; R. L. Mott
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strömungsmechanik II (401433701)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strömungsmechanik II	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Strömungsmechanik II	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Strukturentwurf und Konstruktion (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011658
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung in die Entwurfsmethodik 1.1. Technische Aufgabenstellung: Zweck technischer Systeme; Methoden um Anforderungen abzuleiten und Anforderungslisten zu erstellen 1.2. Entwicklung technischer Konzepte: Funktionsstrukturen; Diskursive, heuristische und empirische Methoden der Problemlösung 1.3. Konzeptbewertung: Methoden um verschiedenen Möglichkeiten zu bewerten und auszuwählen 1.4. Regeln für die methodischen Auslegung: Design: Einfach, klar und sicher 1.5. Regeln für die methodischen Auslegung: Prinzip der Kraftübertragung, Prinzip der Aufgabenteilung, Prinzip der Selbsthilfe, Prinzip der Stabilität und Bi- Stabilität, Prinzip der fehlerfreien Auslegung. 1.6. Design nach X: Zulassen von Ausdehnungen, Zulassen von Kriechen und Relaxation, Erleichtern der Montage 2. Einführung in den Leichtbau 2.1. Grundlagen 2.1.1. Definitionen 2.1.2. Leichtbaudesign als Optimierungsaufgabe 2.1.3. Kosten 2.1.4. Auslegungsregeln von Leichtbaustrukturen 2.1.5. Statisch unbestimmte Systeme 2.2. Nichtlinearitäten 2.2.1. Material Nichtlinearitäten – plastischer Widerstand 2.2.2. Material Nichtlinearitäten – Kombinierte Belastung 2.2.3. Material Nichtlinearitäten – Balken aus Verbundwerkstoffen 2.3. Instabilität des Balkens 2.3.1. Kriterium zur Bewertung der Stabilität 2.3.2. Knicken/ Beulen 2.3.3. Die Eulerfälle 2.3.4. Imperfektionen 2.3.5. Einführung in das Biegedrillknicken und Kippen 2.4. Schub infolge Torsion und Querkraft 2.5. Grundlagen der Schubfeldtheorie 2.6. Sicherheit: Definition von Versagen und dem RF
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden lernen • Den Konstruktionsprozess nach VDI 2221 • Methoden zur Analyse von Funktionsstrukturen von Produkten • Methoden zum Bewerten und Auswählen verschiedener Varianten • Regeln, Prinzipien und Richtlinien für das methodische Entwickeln • Grundlegende Prinzipien um Strukturen hinsichtlich Ihres Leichtbaupotentials zu optimieren • Wie man Schnittgrößen für statisch unbestimmte System ermittelt • Die Berechnung von Schubspannungen für dünnwandige, geschlossene Querschnitte • Die strukturmechanische Berücksichtigung von Nichtlinearitäten • Die Berechnung von Stabilitätsphänomenen Fertigkeiten und Kompetenzen

	Die Studierenden (nach Belegung des Moduls): • Können technische Probleme und Aufgaben analysieren, Einschränkungen identifizieren und somit angemessene, technische Spezifikationen ausarbeiten • Haben ein umfassendes Verständnis des Produktentstehungsprozesses und können technische Problemstellungen mit den gelernten Auslegungsmethoden lösen • Wissen wie man Teillösungen systematisch analysiert, bewertet und kombiniert • Sind in der Lage grundlegende Regeln und Richtlinien für einen methodischen Entwurf anzuwenden um optimale Produkte im Hinblick auf deren Anforderungen zu entwickeln • Kennen die Besonderheiten von dünnwandigen Strukturen und sind in der Lage diese Auszulegen • Sind in der Lage Leichtbaustrukturen auf Konzeptebene auszulegen • Sind in der Lage Stabilitätsprobleme bei schlanken Strukturen zu identifizieren
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mechanik I, II, III " Maschinengestaltung I, II, III " CAD-Einführung
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Mechanik I, II, III • Maschinengestaltung I, II, III • CAD-Einführung
Literatur	• Pahl, G.; Beitz, W.: Engineering Design. Springer, 2007. • Roark, R. J., Young, W. C.: Formulas for Stress and Strain, McGraw-Hill, 1975. • Jones, R. M.: Mechanics of Composite Materials, McGraw-Hill, 1975. • Bruhn, E. F.: Analysis and Design of Flight Vehicles Structures. • Niu, M. C. Y.: Airframe Structural Design, Conmilit Press Ltd., 1988.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Georg Jacobs Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strukturentwurf und Konstruktion (401165801)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strukturentwurf und Konstruktion	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Strukturentwurf und Konstruktion	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Aerodynamik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011708
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Tragflügel in inkompressibler Strömung • Zum Begriff des induzierten Widerstands 2 • Ableitung des induzierten Widerstands und asymptotische Analyse des Einflusses des induzierten Widerstands 3 • Darstellung der Prandtschen Tragflügeltheorie • Ableitung der Fundamentalgleichung der Traglinientheorie • Diskussion der Bedeutung der elliptischen Zirkulationsverteilung 4 • Darstellung der Ansätze einer allgemeinen Zirkulationsverteilung • Diskussion der Bedeutung der Flügelzuspitzung und des Spannweitenverhältnisses 5 • Erweiterung der Traglinientheorie • Einführung und Diskussion der Tragflächentheorie • Diskussion der Vortex-Lattice Methoden 6 • Ähnlichkeitstheorie des Tragflügel und Grundlagen des Pfeilflügel 7 • Darstellung des Einflusses der Pfeilung auf den Widerstand und das Auftriebsverhalten 8 • Aerodynamik des Rumpfes in inkompressibler und kompressibler Strömung 9 • Aerodynamik der Flügel-Rumpf-Änderung in inkompressibler Strömung 10 • Aerodynamik der Flügel-Rumpf-Änderung in kompressibler Strömung 11 • Aerodynamik des Seitenleitwerks 12 • Aerodynamik der Ruder und der Klappen 13 • Einführung in die numerische Lösung der Euler- und Navier-Stokes Gleichungen • die räumliche und zeitliche Diskretisierung 14 • Numerische Lösung der Euler- und Navier-Stokes Gleichunen

	• Formulierung der Randbedingungen und iterative Lösung des diskreten Systems • explizite und implizite Lösungsverfahren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben tiefgehende Kenntnisse bzgl. der Wechselwirkung zwischen den Flugzeugkomponenten Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen : " Strömungsmechanik I, II " Aerodynamik I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): • Strömungsmechanik I, II • Aerodynamik I
Literatur	• Aerodynamik des Fluges I,II; H. Schlichting, E. Truckenbrodt • Fundamentals of Aerodynamics; J.D. Anderson
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Aerodynamik II (401170801)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Aerodynamik II	1. Semester	2. Semester	-	2

Vorlesung Aerodynamik	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Computational Contact Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012291
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Introduction • Course outline • Historical review • Overview of current research topics Rigid body contact and impact mechanics • Sticking and sliding contact • Momentum balance during impact Contact illustrated on a simple test case • Mathematical formulation of contact constraints • Overview of numerical contact algorithms Review of continuum mechanics • Tensor algebra and analysis • Kinematics, balance laws and constitution • Energy methods Analytical contact mechanics • Half-space theory • Hertzian contact and the JKR theory • Elastic foundation approach The contact boundary value problem • Contact equilibrium • Strong form and weak form statements Contact kinematics • Normal contact • Tangential contact Contact constitution • Normal contact: repulsion and adhesion • Tangential contact: sticking and sliding Review of finite element methods • Finite element discretization • Solution strategies • Consistent linearization Contact discretization: Frictionless contact with a rigid body • Penalty method • Lagrange multiplier method • Augmented Lagrange multiplier method Contact discretization: Frictional contact with a rigid body • Slip criterion • Evolution law • Predictor-corrector algorithm

	Contact discretization: Contact between deformable bodies • General formulation • Contact linearization • Segment to segment formulations Contact algorithms • Global contact search • Local contact search Multiscale contact • Nanoscale contact • Multiscale methods Advanced topics in contact mechanics • Thermo-mechanical contact • Rolling contact • Cohesive zone modeling
Lernziele/Lernergebnisse	• The students have clear knowledge of the foundations and methods of contact mechanics • The students understand the mechanisms governing contact, friction and adhesion • The students can identify the various contact formulations used in commercial finite element packages and know their advantages and disadvantages • The students understand the difficulties of complex contact simulations • The students are capable of deriving and implementing the basic finite element relations for general contact problems.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Continuum Mechanics " Finite Element Methods
(empfohlene) Voraussetzungen	recommended: • a course on Continuum Mechanics • a course on Finite Element Methods
Literatur	• Wriggers, P.: Computational Contact Mechanics, 2nd Ed., Springer, 2006 • Johnson, K.L.: Contact Mechanics, Cambridge University Press, 1985 • Persson, B.N.J.: Sliding Friction, 2nd Ed., Springer, 2007 • Laursen, T.A.: Computational Contact and Impact Mechanics, Springer, 2002 • Goldsmith, W.: The Theory and Physical Behaviour of Colliding Solids, Dover, 2001 • Wriggers, P.: Nonlinear Finite Element Methods, Springer, 2008
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Oral exam (50%) and two papers (50%)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor ;Dr.-Ing. (RUS) ;Mikhail Itskov
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computational Contact Mechanics (401229101)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Computational Contact Mechanics	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Computational Contact Mechanics	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Strömungs- und Temperaturgrenzschichten (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011687
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Darstellung der Zustandsgrößen und Transportgrößen • phänomenologische Beschreibung von Grenzschichten 2 • Diskussion der Theorie asymptotischer Näherungen und Herleitung der Grenzschichtgleichunen nullter und höherer Ordnung 3 • Exakte Lösungen der Grenzschichtgleichungen 4 • Ableitung des Integralverfahrens von von Karman und Polhhausen 5 • Einführung in die Theorie turbulenter Strömung; über isotrope, homogene und Scherturbulenz 6 • Hydrodynamische Instabilität und laminar-turbulenter Umschlag • Diskussion der Lösung der Orr-Sommerfeld Gleichung 7 • Ableitung der Reynoldschen Gleichungen und Diskussion der Transportgleichungen 8 • Diskussion der turbulenten Längenmaße und der Energiekaskade • Grenzschichtabschätzung der Transportgleichungen 9 • Vorstellung halbempirischer Berechnungsmethoden auf der Basis der Transportgleichungen 10 • Laminare Temperaturgrenzschichten • Grenzschichtgleichungen bei erzwungener Konvektion für kompressible und inkompressible Fluide 11 • Exakte Lösung für den Wäremübergang an der ebenen Platte • Näherungslösung für den Wärmeübergang für Pr > 1 12 • Näherungslösung für den Wärmeübergang für Pr << 1 und ähnliche Lösungen 13 • Ableitung der Grenzschichtgleichungen bei freier Konvektion • exakte Lösung an der senkrechten Platte 14 • Näherungslösung der Strömungs- und Temperaturgrenzschicht an der senkrechten Platte
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben umfangreiche Kenntnisse auf dem Gebiet der Analyse reibungsbehafteter Strömungen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I, II " Mathematik " Thermodynamik Voraussetzung für: " Turbulente Strömungen
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Strömungsmechanik I, II • Mathematik • Thermodynamik Voraussetzung für: • Turbulente Strömungen
Literatur	• Grenzschichttheorie, H. Schlichting • Turbulent Flows,; Pope • A first course in turbulence; Tennekes, Lumley
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strömungs- und Temperaturgrenzschichten (401168701)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strömungs- und Temperaturgrenzschichten	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Strukturdynamik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014378
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Schwingungsfähige Systeme und ihre Problemstellungen: • Einleitung 2 • Das Feder-Masse Dämpfer-System mit einem Freiheitsgrad: • Federtypen • Dämpfungsarten • Masse 3 • Freie Schwingungen: • Aufstellung der homogenen Differentialgleichung (DGL) • Energiemethode • Lösung der homogenen DGL 4 • Wurzelortskurvendarstellung • Das logarithmische Dekrement 5 • Antwort auf eine Krafterregung bekannter Zeitabhängigkeit: • Erregungen • analytische Lösung der DGL • Phasenebenmethode • Antwort im Zeitbereich • Runge-Kutta-Verfahren 6 • Antwort auf eine Wegerregung 7 • Antwort auf einfache Stoßprofile: • Rampe • Halbsinus 8 • Fußpunkterregung • Kraft-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsstoß 9 • Periodische Krafterregung, viskös gedämpft: • Aufstellung der inhomogenen DGL • Lösung der inhomogenen DGL 10 • Brandbreite eines Resonators • Die komplexe Steifigkeit • Leistungsaufnahme der gedämpften periodischen Schwingung

	11 • Periodische Amplitudenerregung, viskös gedämpft • Aufstellung der inhomogenen DGL • Rückführung auf die periodische Krafterregung 12 • Stochastische Vorgänge 13 • Nichtlineare Schwingungen 14 • Das System mit zwei Freiheitsgraden: • Die Lagrangeschen Gleichungen • Eigenfrequenzbestimmung 15 • Tilgung • Gegenschwinger mit Dämpfung
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen • Die Studierenden sind in der Lage die mathematische Formulierung des linearen Feder-Masse-Dämpfer-Systems mit einem und zwei Freiheitgrade unter unterschiedlichen deterministischen Erregerfunktionen darzustellen. • Sie können die Strukturparameter (Frequenz, Schwingungsformen und Dämpfung) ermitteln und können auf der Basis analytischer Methoden sowie Näherungsmethoden die Strukturantwort berechnen (deterministische Betrachtungsweise). • Sie kennen Grundlagen der statistischen Methoden zur Beschreibung stochastischer Vorgänge (probabilistische Betrachtungsweise). • Die Studierenden sind fähig, nichtlineare Effekte in den Bewegungsgleichungen einzubinden und auf der Basis von Näherungsmethoden die Strukturantwort zu berechnen. • Die Studierenden sind fähig aud der Basis der übermittelten Grundlagen und Erkenntnisse verallgemeinerte strukturdynamische Probleme theoretisch zu modellieren und zu lösen. Fertigkeiten und Kompetenzen • keine Sonstiges (fakultativ) • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und die daraus ermittelten Ergebnisse ingenieurmäßig zu bewerten (Methodenkompetenz) • Im Rahmen der Übung werden Ergebnisse aus schon berechneten Beispielen vorgestellt deren technische Interpretation im Rahmen eines Dialogs kollektiv erfolgt wird (Teamarbeit).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strukturdynamik I (401437801)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Strukturdynamik I	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Strukturdynamik I	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Strukturdynamik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014356
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Das System mit vielen Freiheitsgraden • Einleitung • Bewegungsgleichungen in Matrixschreibweise 2 • Eigenschwingungen diskreter Systeme: • "Lumped-Mass-Model" 3 • Die modale Analyse bei ungedämpften Systemen • Die dynamische Matrix: • des gebundenen Systems 4 • des frei-freien Längsschwingers 5 • des frei-freien Biegeschwingers 6 • Die Lösung des Eigenwertproblems • Orthogonalität der Eigenvektoren 7 • Entkopplung der Bewegungsgleichungen • Generalisierung 8 • Modalanalyse der gedämpften Schwingung 9 • Eigenschwingungen kontinuierlicher Systeme • Einleitung • Eigenschwingung eines gleichmäßigen Balkens mit verschiedenen Randbedingungen 10 • Klassische Methoden zur Bestimmung der Eigenfrequenzen und -formen • Einleitung • Rayleigh-Galerkin 11 • Dunkerley • Holzer 12 • Stodola • Myklestead • Duncan

	13 • Southwell • Antwort auf eine Krafterregung bekannter Zeitabhängigkeit: • Die Methode von D. Williams 14 • Periodische Erregung des Systems mit vielen Freiheitsgraden: • Sine-Sweep-Test 15 • Stochastische Erregung des kontinuierlichen Systems: • Random-Test
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen • Die Studierenden sind in der Lage die mathematische Formulierung der Bewegungsgleichungen von diskreten und kontinuielrlichen Systemen zu erstellen. Sie können auf der Basis von analytischen und näherungsbedingten Lösungsansätzen die dynamischen Strukturparameter (modale Frequenz, Schwingungsformen) sowie die Strukturreaktionen im Frequenz- und Zeitbereich einfacher Schwingungssysteme ermitteln. • Sie kennen die mathematische Bedeutung und die Vorgehensweise bei der Diskretisierung, Idealisierung und Lösung der Differentiallgleichungssysteme kontinuumsmechanischer Strukturen (Modale Analyse). Sie können allgemeine Problemstelungen von Systemen mit vielen Freiheitsgraden durch die Rückführung auf ein System mit einem Freiheitsgrad bewältigen. • Sie kennen klassische Methoden (Vor-/Nachteile, Gültigkeitsrandbedingungen) sowie ihre rechnerische Umsetzung bei der Ermittlung von Eigenfrequenzen- und -formen. • Die Studierenden kennen Grundlagen der experimentellen Qualifikation von Strukturen • Die Studierenden sind fähig auf der Basis der übermittelten Grundlagen und Erkenntnisse verallgemeinerte strukturdynamische Probleme theoretisch zu modellieren und zu lösen. Darüber hinaus sie kennen Methoden der experimentellen Strukturqualifikation und können experimentelle Ergebnisse interpretieren. Fähigkeiten und Kompetenzen • Im Rahmen der Vorlesung werden Ergebnisse aus schon berechneten Beispielen vorgestellt. Ihre ingenieurmäßige Interpretation wird im Rahmen eines Dialogs kollektiv zugrunde gelegt (Teamarbeit) Sonstiges (fakultativ) • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Technische Mechanik I, II, III " Grundlagen der Finite-Elemente-Methode
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Technische Mechanik I, II, III • Grundlagen der Finite-Elemente-Methode
Literatur	Skript mit Theorie und ausgewählten Übungsbeispielen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strukturdynamik II (401435601)	2. Semester	1. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strukturdynamik II	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Strukturdynamik II	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013307
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Ergonomie der Mensch-Maschine-Systeme • Arbeitsssicherheit, -schutz, Gesundheitsförderung, Wirtschaftlichkeit • Technisierung (Mechanisierung, Automatisierung) 2 • Ergonomie in der Produktion • heutige Methoden der Ergonomie im Produktionsbereich • physiologische Arbeitsgestaltung 3 • Ergonomische Gestaltung von Büroarbeit • heutige Methoden der Ergonomie bei Büroarbeitsplätzen • unter Berücksichtigung maßgeblicher Arbeitsumgeungsfaktoren 4 • Ergonomische Systemanalyse I • Systemtechnische Modellierung von Arbeitssystemen (Grundlagen, Werkzeuge) 5 • Ergonomische Systemanalyse II • Ergonomische Systembewertung und ergonomisch-systemtechnische Gestaltung • Anforderungs-, Aufgaben, Tätigkeitsanalyse, Requirements Engineering 6 • Menschliche Informationsverarbeitung I • Wahrnehmungsphysiologie, -psychologie • Menschlicher Informationsverarbeitungsprozess 7 • Menschliche Informationsverarbeitung II • Der Mensch als Regler mit Bezug zur Fahrzeug- und Prozessführung 8 • Mensch-Maschine-Interaktion I • Mensch-Maschine-Schnittstellen • Mensch-Rechner-Interaktion und Mensch-Roboter-Interaktion 9 • Mensch-Maschine-Interaktion II • Aufgaben- und benutzergerechte Softwaregestaltung • Software-Ergonomie und Usability Engineering 10 • Cognitive Engineering I • Modelle und Taxonomien menschlichen Verhaltens 11 • Cognitive Engineering II

	• Menschliche Zuverlässigkeit 12 • Cognitive Engineering III • Kognitive Modellierung • kognitive Automation, Assistenzsysteme 13 • Interaktionstechnologien I • Virtual Reality - Grundlagen und Anwendungen in Arbeitssystemen 14 • Interaktionstechnologien II • Augmented Reality - Grundlagen und Anwendungen in Arbeitssystemen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden können die Ziele einer ergonomischen Systemgestaltung in einer sich ändernden Arbeitswelt nachvollziehen. • Die Studierenden kennen Gestaltungsfelder der Ergonomie in heutigen Arbeitssystemen. • Die Studierenden können die ergonomische Relevanz neuer Geräte und Verfahren bewerten und kennen grundlegende Methoden zur ergonomischen Gestaltung und Bewertung. • Die Studierenden können die Rolle des Menschen in Arbeitssystemen analysieren und Möglichkeiten zur (rechnergestützten) Unterstützung aufzeigen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz). • Ferner erfolgt die Arbeit in der Übung auch in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit). • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern (Präsentation).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Verena Nitsch
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme (401330701)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Einführung in die Arbeitswissenschaft (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014425
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Inhalte der Vorlesung „Industrial Engineering“ sind z.B.: • Gegenstand und Entwicklung des Industrial Engineering • Modelle und Methoden des Industrial Engineering • Arbeitsorganisation im Produktionsunternehmen • Aufgabenanalyse und -synthese • Modellierung von Arbeitsprozessen • REFA-Ablaufarten und -Zeitarten bezogen auf Mensch, Arbeitsgegenstand und Betriebsmittel • Bestimmung der Auftragszeit (Methoden der REFA-Zeitaufnahme und des Multimomentverfahrens • Grundlagen der sequenzanalytischen Zeitmodellierung von Arbeitsabläufen (Systeme vorbestimmter Zeiten) • Entwicklung, Inhalte und Anwendung von MTM • Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit • Produkt- und Produktionsergonomie • Ergonomische Gestaltung von Computerarbeit • Motivation und Entgeltgestaltung
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studierenden kennen und verstehen Gegenstand, Entwicklung und Trends des Industrial Engineering. Sie kennen die Formen der Arbeitsorganisation sowie wichtige Gestaltungsgrundsätze und können eine betriebliche Umsetzung arbeitsorganisatorischer Konzepte planen. • Den Studierenden sind Grundlagen der Arbeitsprozessmodellierung bekannt. Sie können Arbeitsprozesse modellieren und kennen Voraussetzungen und Möglichkeiten der Prozesssimulation. Sie können die Merkmale von Ablauf- und Zeitarten voneinander unterscheiden und sind in der Lage, die Zeit für eine Auftragsbearbeitung zu berechnen. Ihnen sind wesentliche Merkmale und Anwendungsgebiete analytischer und statistischer Methoden der Zeitwirtschaft bekannt und sie können diese Methoden anwenden. • Die Studierenden kennen ergonomische Gestaltungsgrundsätze von Produktionsarbeitsplätzen und können die Planung eines Produktionsarbeitsplatzes vornehmen. Sie sind in der Lage, Mensch-Maschine Schnittstellen nach ergonomischen Prinzipien zu gestalten. Sie kennen wichtige Komponenten von manuellen Montagesystemen und können ein einfaches Montagesystem selbstständig planen. • Die Studierenden wissen, wie MTM-Analysiersysteme aufgebaut sind, welche Methoden der Zeitdatenermittlung in indirekten Bereichen zur Anwendung kommen können. Ihnen sind unterschiedliche Arbeitszeit- und Entgeltsysteme bekannt. Sie können anhand von vorgegebenen Szenarien beurteilen, welche Entgeltsysteme Anwendung finden sollten. • Die Studierenden können die Ziele einer ergonomischen Systemgestaltung in einer sich ändernden Arbeitswelt nachvollziehen. Die Studierenden kennen Gestaltungsfelder der Ergonomie in heutigen Arbeitssystemen. Sie können die ergonomische Relevanz neuer Geräte und Verfahren bewerten und kennen grundlegende Methoden zur ergonomischen Gestaltung und Bewertung. Sie können die Rolle des Menschen in Arbeitssystemen analysieren und Möglichkeiten zur (rechnergestützten) Unterstützung aufzeigen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-

(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Skript zur Vorlesung und Übung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Verena Nitsch
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Einführung in die Arbeitswissenschaft (401442501)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in die Arbeitswissenschaft	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Einführung in die Arbeitswissenschaft	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Messtechnik und Qualität (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014291
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung: • Bedeutung der Messtechnik für die Qualitätssicherung und ihre Einbindung in Produktionsprozesse 2 • Messtechnische Grundlagen: • Messtechnische Grundbegriffe (Kalibrierung, Messunsicherheit etc) und Messtechnikkonzepte. 3 • Koordinatenmesstechnik: • Prinzipien, Bauformen und Anwendung von Koordinatenmessgeräten. 4 • Form- und Oberflächenprüftechnik: • Taktile und optische Messverfahren zur Erfassung von Bauteilform- und Oberfläche, Oberflächenkennzahlen. 5 • Lehrende Prüfung: • Form- und Lagelehrung, Arten und Einsatzmöglichkeiten der lehrenden Prüfung. 6 • Messverfahren und Messsysteme: • Gängige Prüfmittel in Fertigungseinsatz. Funktionsweise und Einsatzgebiete pneumatischer, induktiver und kapazitiver Sensoren. 7 • Tolerierung: • Form- und Lagetoleranzen. Tolerierungsarten und -grundsätze. 8 • Prüfplanung: • Aufgaben und Ablauf der Prüfplanung. Prüfmerkmalsfestlegung, Prüfplanerstellung. 9 • Statistische Grundlagen: • Kenngrößen zur Beschreibung von prozessen. Tests auf Normalverteilung. 10 • SPC, Fähigkeit: • Statistische Prüfung von Bauteilserien zur Prozessregelung. Bestimmung von Prozessfähigkeitsindizes. 11 • Prüfmittelmanagement: • Aufgaben des Prüfmittelmanagements. Rückführung von Messsystemen. 12 • Messunsicherheitsnanlyse:

	• Vorgehensweise nach GUM, VDA 5, Messsystemanalyse nach QS9000. Bestimmung der Messmittelfähigkeit. 13 • Qualitätsmanagement während des Feldeinsatzes I: • Fehlermanagement, Clearing Stelle, Fehlerabstellprozess, 8D-Report. 14 • Qualitätsmanagement während des Feldeinsatzes II: • Felddatenauswertung, Weibull-Analyse. Isochronen-Diagramm, MIS-Diagramme etc. 15 • Qualität und Recht: • Die Haftung beim Kaufvertrag, Garantie, Außenvertragliche Haftung und Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz (PHG), Deliktische Haftung und spezielle Haftungsregelungen etc.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Diese Vorlesung soll die Bedeutung der Messtechnik zur Beschreibung der Produktqualität sowie zur Beherrschung von Fertigungsprozessen aufzeigen. • Den Studierenden soll ein grundlegendes Verständnis der messtechnischen Zusammenhänge und Konzepte in der Produktion vermittelt werden. • Neben der Vorlesung physikalischer Messprinzipien und deren praktischer Anwendung in modernen Messsystemen, werden daher ebenfalls organisatorische und methodische Aspekte der Messtechnik erläutert. • Durch die aktive Teilnahme an dieser Vorlesung lernt der Studierende, dass das "Messen" mehr umfasst, als die reine Messdatenaufnahme und erlangt so das Bewusstsein, dass die Messtechnik ein integraler Bestandteil moderner Produktionsprozesse ist. • Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage Maßnahmen zur Überwachung der in Betrieb befindlichen Produkte zu ergreifen. • Die Studierenden kennen die rechtlichen Grundlagen der Produkthaftung. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Methodische Abstraktion und Lösungsfindung • Systematisch-analytisches Vorgehen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Qualitäts- und Personalmanagement " Mess- und Regelungstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Qualitäts- und Personalmanagement • Mess- und Regelungstechnik
Literatur	• Pfeifer, T., Schmitt, R.: Fertigungsmesstechnik; Oldenbourg 2001 • Schmitt, R., Pfeifer, T.: Qualitätsmanagement; Strategien - Methoden - Techniken; Hanser 2010
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Messtechnik und Qualität (401429101)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Messtechnik und Qualität	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Methoden im Qualitätsmanagement (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012557
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung • Prozess- und Produktqualität • Produktionsfluss, In-Line and Off-Line Qualitätssicherung 2 • Festlegung der Prüfmerkmale • Maßnahmen der Organisationsgestaltung • Tolerierung, TKSA 3 • Prüfplanung I • Einbindung in die Organisation • Prüfplan 4 • Prüfplanung II • FMEA und Prüfplanerstellung • APQP 5 • Messmittelauswahl I • Faktoren zur Auswahl von Messmitteln, z.B. Fähigkeit, Kosten, Flexibilität 6 • Messmittelauswahl II • IDENT 7 • Messmittelmanagement I • Messmittelbereitstellungskosten • Anzahl der Messmittel, Messmittelverfügbarkeit 8 • Messmittelmanagement II • Messmittelüberwachung: Wartung und Reparatur bzw. Kalibrierung In-House oder Fremdvergabe 9 • Statistische Methoden in der Fertigungsmesstechnik I • Grundlagen und Begriffe der Statistik • Bestimmung eines Prüfumfanges, Berechnung des Konfidenzintervalls 10 • Statistische Methoden in der Fertigungsmesstechnik II • Regressionsanalysen • Statistische Testverfahren 11 • Messdatenauswertung

	• Statistische Werkzeuge für die Prozessregelung 12 • Rückführbarkeit von Messergebnissen • VDA 5 13 • Qualitätssicherung im Qualitätsmanagement • Organisationsschnittstellen • Datentransfer 14 • Produktionslogistik und Prüfkosten I • Lager- und Transportkosten • Prüfort und Prüfumfang im Wertstrom 15 • Produktionslogistik und Prüfkosten II • Erhebung, Analyse und Layout
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen den Stand der Wissenschaft bezüglich Qualitätssicherungsmethoden. • Sie können die bestehenden Methoden und den jeweils erforderlichen organisatorischen Rahmen im Zusammenspiel bewerten. • Sie sind befähigt den wissenschaftlichen Hintergrund der Elemente der Qualitätssicherung zu analysieren und weiterzudenken. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Systematisch-analytisches Vorgehen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Methoden im Qualitätsmanagement (401255701)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Methoden im Qualitätsmanagement	1. Semester	2. Semester	-	4
Zertifikat DGQ Quality System Manager Junior	1. Semester	2. Semester	-	0

Modultitel	Optische Messtechnik und Bildverarbeitung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011662
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung • Grundbegriffe der Messtechnik • Grundlagen der Strahlenoptik 2 • Grundlagen der Wellenoptik • Lasersysteme • Messunsicherheit, Fehlerarten 3 • Triangulationsbasierte Verfahren • Streifenprojektion • Lichtschnittsensor 4 • Fokusbasierte Verfahren • Fokusabstandsensoren • Konfokale Mikroskopie 5 • Interferometrie I • Grundlagen • Ausführungen 6 • Interferometrie II • Anwendungsbereiche 7 • Faseroptische Messtechnik • Grundlagen der Faseroptik • Anwendungen 8 • Tomografie I • Prinzip • Anwendung 9 • Tomografie II • Algorithmik • Filterung 10 • Bildverarbeitungssysteme • Komponenten eines BV Systems • CCD und CMOS Sensoren

	11 • Beleuchtungskomponenten • Leuchtmittel • Beleuchtungstypen 12 • Faltung und Filter • Median-, und MW-Filter • Diskrete Faltung 13 • Segmentierung: • Pixelorientierte Verfahren • Modell- und Texturorientierte Verfahren 14 • Merkmalserkennung • Kantendetektoren • Bloberkennung 15 • Klassifikation • Merkmalsraum • Neuronale Netze
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Der Studierende erwirbt Kenntnisse der Optik • Der Studierende erwibt Kenntnisse der Messtechnik • Der Studierende kennt die Vielzahl eingesetzter optischer Messmittel und kann deren Vor-, Nachteile und Einsatzgebiete nennen • Der Studierende bekommt einen Überblick über Algorithmen, um Daten von optischen Systemen auszuwerten • Der Studierende erwirbt Kenntnisse der Signalverarbeitung im Labor (angewandt) Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Im Labor müssen Aufgaben als Team gelöst werden
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Physik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Physik
Literatur	• Pfeifer, T.: Fertigungsmesstechnik; R. Oldenburg Verlag, München, 2001 • Jähne, B.: Digitale Bildverarbeitung; Springer Verlag, Berlin, 2005 • Umdruck
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Optische Messtechnik und Bildverarbeitung (401166201)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Optische Messtechnik und Bildverarbeitung	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Optische Messtechnik und Bildverarbeitung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Qualitäts- und Projektmanagement (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010867
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführungsvorlesung: • Motivation der Vorlesung • Lerneinheiten und Lernziele im Überblick • Organisatorisches 2 • Qualitätsmanagement als Unternehmensparadigma: • Unternehmerisches Qualitätsverständnis • Aachener Qualitätsmanagementmodell 3 • Grundbedingungen des modernen Qualitätsmanagements: Grundlagen von Qualitätsmanagementsystemen • Kaizen, • PDCA • EFQM, etc. 4 • Problemlösungstechniken des Qualitätsmanagements: • Problemarten, • Datenerhebung, • Methoden der Problemlösung, etc. 5 • Präventive Methoden des Qualitätsmanagements: • QFD, • FMEA, • Quality • Gates, etc. 6 • Einsatz statistischer Methoden im Qualitätsmanagement: • Normalverteilung, • Korrelationsanalyse, etc. 7 • Six Sigma: Vom Methodenbaukasten zum integrierten Verbesserungsmanagement: • Grundlagen Six Sigma, • DMAIC-Zyklus, • SIPOC, • Project-Charter, etc. 8 • Einführung in das Projektmanagement: • Eigenschaften von Projekten mit Bezug auf Mensch, Technik und Organisation • Projektarten • Beispielhafte Großprojekte aus Forschung und Entwicklung

9
• Projektorganisation:
• Unterschiedliche Formen der Projektorganisation
• Vor- und Nachteile der Projektorganisationsformen
• Vorgehensmodelle im Projektmanagement

10
• Methoden des Projektmanagements I:
• Objekt-, funktions- und gemischtorientierter Projektstrukturplan
• Standard-Projektstrukturplan
• Zuständigkeitsmatrix
• Ablauf- und Terminplanung, insb. Zeitbandmodelle

11
• Methoden des Projektmanagements II:
• Graphentheoretische Elemente, Relationen und Begriffe zur Darstellung von Netzplänen #
• Critical Path Metod (CPM)
• Metr-Potential-Methode (MPM)

12
• Projektcontrolling:
• Organisatorische Eingliederung in die Aufbauorganisation
• Portofolio-Technik und Meilensteintrendanalyse
• Grundzüge des Earned Value Management

13
• Teamarbeit in Projekten:
• Merkmale und Formen von Gruppen- und Teamarbeit
• Charakteristika von Projektteams am Beispiel von Concurrent Engineering Teams
• Rollen, Aufgaben und Anforderungen in Projektteams

Lernziele/Lernergebnisse

Fachbezogen:

- Die Studierenden kennen die Ziele des Qualitätsmanagements hinsichtlich der Qualität von Produkten und der Effizienz und Effektivität von Prozessen in Unternehmen.
- Sie erlernen die Bedeutung zur Einführung von Qualitätsmanagementsystemen in das unternehmerische Umfeld und erkennen dabei erforderlichen Maßnahmen, Mitarbeiter aktiv in die Umsetzung einzubinden.
- Es wird ein Überblick über die Grundbedingungen eines modernen Qualitätsmanagements vermittelt, indem Qualitätsprogramme und Qualitätsmanagementsysteme thematisiert werden.
- Die Studierenden kennen wesentliche Methoden sowie Techniken der Problemlösung und verstehen die Abhängigkeiten zwischen diesen darzustellen.
- Die Studierenden sind vertraut mit den entscheidenden präventiven Methoden des Qualitätsmanagements (u.a. QFD, FMEA).
- Sie sind in der Lage, wichtige unternehmerische Entscheidungen basiert auf grundlegenden, relevanten statistischen Methoden zu treffen.
- Sie verstehen es, grundlegende Methoden aus dem Methodenumfang des Qualitätsmanagements systematisch-strukturiert im Rahmen von Verbesserungsprojekten anzuwenden.
- Die Studierenden sind mit grundlegenden Inhalten und Definitionen des Projektmanagements vertraut. Sie sind in der Lage, anhand charakteristischer Merkmale verschiedene Projektarten zu beschreiben und zu differenzieren.
- Die Studierenden können unterschiedliche Formen der Projektorganisation abgrenzen und kennen die Integration in die Primärorganisation im Unternehmen. Zudem sind sie in der Lage Phasenmodelle bzw. Vorgehensmodelle für unterschiedliche Projektarten zu beschreiben und verschiedenen Projektformen zuzuordnen.
- Die Studierenden kennen Objekt- und Funktionsprinzip zur Projektstrukturierung und können mit ihnen Projekte gliedern. Somit sind sie in der Lage, ausgehend von einer Projektdefinition einen Projektstrukturplan und damit auch eine modellhafte Abbildung eines Projektes zu erzeugen.
- Die Studierenden kennen grundlegende deterministische Methoden der Netzplantechnik. Mit Hilfe dieser Methoden sind sie in der Lage, eine Zeitplanung für Projekte durchzuführen und den kritischen Pfad eines Projektes zu ermitteln.
- Die Studierenden können eine organisatorische Eingliederung des Projektcontrollings in Projektorganisationsformen vornehmen. Zudem kennen sie die Aufgaben des Projektcontrollings in den unterschiedlichen Projektphasen (insb. Projektplanung, -überwachung und -steuerung). Zudem können die Studierenden als grundlegende Methodik des Projektcontrollings das Earned Value Management anwenden.
- Die Studierenden sind in der Lage, Projektteams anhand von Merkmalen zu charakterisieren und von anderen Gruppenarbeitsformen abzugrenzen. Sie kennen die Bedeutung von „weichen“ Faktoren für

	den Team- bzw. Projekterfolg, können wesentliche Einflussfaktoren benennen und Zusammenhänge aufzeigen. Nicht fachbezogen: - Einordnung von Soft-Skills in betriebliche Abläufe. - Systematische Analyse von Praxisfällen und eigenständige Erarbeitung von Lösungs- oder Verbesserungsvorschlägen (Methodenkompetenz).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Kommunikation und Organisationsentwicklung. " Managementgrundlagen für Ingenieure.
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Kommunikation und Organisationsentwicklung. • Managementgrundlagen für Ingenieure.
Literatur	Vorlesungsumdruck.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Qualitäts- und Projektmanagement (401086701)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Qualitäts- und Projektmanagement	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Qualitäts- und Projektmanagement	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Aerodynamik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014336
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 Ableitung der Sätze von Kutta-Zhukhovski, Thomson, Helmholtz 2 Ableitung und Diskussion des Biot-Savartschen Gesetzes und des Wirbelsatzes von Crocco 3 Ableitung der kompressiblen linearisierten Potentialgleichung 4 Darstellung der Ähnlichkeitsgesetze nach Prandtl-Glauert, von Karman und Tsien für den sub-, trans-, super- und hypersonischen Strömungsbereich 5 Diskussion der Geometrie des Tragflügels und der Profilsystematik 6 Diskussion der Berechnung der aerodynamischen Kräfte, Momente und Koeffizienten und der Referenzsysteme 7 Diskussion der Bewegungen des Flugzeugs und der klassischen funktionalen Abhängigkeiten der Auftriebs-, Widerstands- und Momentenbeiwerte vom Anstellwinkel 8 Einführung in die Methode der konformen Abbildung 9 Methode der konformen Abbildung für die angestellte ebene Platte und das symmetrische Zhukhovski Profil 10 Darstellung der Panelverfahren: Einführung in die Tropfentheorie 11 Darstellung der Panelverfahren: Einführung in die Skeletttheorie 12 Ableitung der fundamentalen Gleichung der Theorie dünner Profile 13 Darstellung der Normalverteilung von Birnbaum und Ackermann; Darstellung des Panelverfahrens für Profile endlicher Dicke mit Auftrieb 14 Darstellung des Einflusses der Reibung auf die Profileigenschaften
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten beherrschen die aerodynamische Auslegung von Flugzeugkomponenten. • Sie können die notwendigen mathematischen Grundlagen problemspezifisch auswählen und anwenden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) - Strömungsmechanik I, II Empfohlene Voraussetzungen: - Höhere Mathematik Voraussetzung für (z.B. andere Module) - Aerodynamik II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Strömungsmechanik I, II • Höhere Mathematik Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Aerodynamik II
Literatur	• Aerodynamik des Fluges I,II, H. Schlichting, E. Truckenbrodt• Fundamentals of Aerodynamics, J.D. Anderson
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Aerodynamik I (401433601)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Aerodynamik I	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Aerodynamik I	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Biologische und Medizinische Strömungstechnik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011555
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: Transportvorgänge im menschlichen Körper (Austausch der Atemgase, Aufnahme von Nährstoffen und Wasser, Pfortader & Lymphe), Ausscheidung urinpflichtiger Substanzen, Blutkreislauf) 2 • Einführung: Transportvorgänge in medizintechnischen Systemen, Aufgaben der Strömungsmechanik in der Medizin 3 • Blut als Transportmedium: Aufgaben, Zusammensetzung und Verteilung, rote Blutkörperchen (RBC), roter Blutfarbstoff, Membran der roten Blutkörperchen, Abbau der Erythrozyten 4 • Rheologie des Blutes: Definitionen, Fliessverhalten von Suspensionen, Blut als Suspension flexibler Teilchen 5 • Viskosität des Blutes: Methoden der Viskositätsmessung (Kugelfallvikosimeter, Kapillarviskosimeter für Newtonische und Nicht-Newtonische Fluide, Kegel-Platte-Viskosimeter, Couette-Viskosimeter) 6 • Viskositätsmodelle für Blutplasma und Vollblut: Copley, Chmiel, Casson, Merville & Pelletier 7 • Einflüsse auf die Zähigkeit des Blutes: Experimentelle Beobachtungen, physiologische Bedeutung des Fafraeus-Lindquist-Effekts 8 • Blutströmung: Einfluss des Kapillardurchmessers, pathophysiologische Einflüsse auf die Viskosität des Bluts 9 • Blutschädigung, Hämolyse: Allgemeine Anmerkungen, strömungsbedingte Hämolyse, Beobachtung bei medizinischen Systemen, Messung der Hämolyse 10 • Blutschädigung, Hämolyse: Untersuchung zur Hämolyse in Drosselorganen, Untersuchungen zum Einfluss des statischen Druckes, Untersuchung zum Einfluss von Schubspannungen 11 • Blutschädigung, Hämolyse: Geschichtlicher Rückblick, experimentelle Ermittlung des Einflusses von Schubspannungshöhe und Belastungsdauer auf Erythrozyten, sub-letale Schädigung roter Blutkörperchen 12 • Das Herz-Kreislaufsystem: Aufgabe und Anatomie des Herzens, Volumen- und Druckverläufe im Herzen während der Herzaktion 13 • Das Herz-Kreislaufsystem: Wichtige Herzgrößen und Normalwerte, Regelmechanismen des Herzens, Frank-Sterling-Mechanismus 14 • Das Herz-Kreislaufsystem: Das p-V-Diagramm des Herzens, Anatomie und Biophysik des Gefäßsystems
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten kennen und verstehen die Grundlagen biologischer und medizinscher Strömungen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I/II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Strömungsmechanik I/II
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder

ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Biologische und Medizinische Strömungstechnik I (401155501)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Biologische und Medizinische Strömungstechnik I	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Biologische und Medizinische Strömungstechnik I	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Biologische und Medizinische Strömungstechnik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011690
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: Strömungstechnik in Medizin und Biologie 2 • Mathematische Modelle zur Strömungssimulation durchströmter Systeme der Biologie: Das gesunde menschliche Herz 3 • Technische Modelle zur Strömungssimulation in Biologie und Medizin: Zweck, Ähnlichkeitsregeln, Vorgaben (Anatomie, Physiologie, technische Vorgaben) 4 • Messverfahren: Druckmessungen, Particle-Image Velocimetry, Strömungssichtbarmachung 5 • Strömung in elastischen Gefäßen: Grundgleichungen, Ausbreitung von Druckwellen 6 • Atemkreislauf: Grundlagen, Bestandteile, Nase (Aufbau, Funktion, Aufgaben, Strömungsfeld in der Nasenhöhle) 7 • Atemkreislauf: Aufgaben und Funktion der Lunge (physikalische und physiologische Beschreibung), Austauschmechanismus (Diffusion und Konvektion) 8 • Atemkreislauf: Druck-Volumen-Diagramm der Lunge, Strömungsstrukturen in der Lunge, Verzweigungsströmung 9 • Medizinischer Funktions- und Organersatz: Einleitung, Definitionen, Oxygenatoren (Funktion, Typen, Grundgleichungen) 10 • Strömungsfragen und Lösungen zum medizinischen Funktions- und Organersatz: Herzklappen, Herzunterstützung, Herzersatz 11 • Qualitätssicherung Medizinprodukten: Grundlagen, Methoden, Zertifizierung, Mess- und Prüftechnik 12 • Biologische Rezeptoren und Sensoren für Strömungsfelder: Einleitung, Aufgaben, Beispiele (Barorezeptoren, Regulation der Herz-Kreislaufsystems, Gehörorgan, Gleichgewichtsorgan, Seitenliniensystem von Fischen) 13 • Lokomotion von Lebewesen in Flüssigkeiten: Umströmte Körper, Reynoldszahlabhängigkeit, Strömungsanpassung von Rümpfen, Grundlagen zum Widerstand umströmter Körper

	14 • Strömungsbeispiele zu umströmten Systemen in der Natur (Bionik) • Aerodynamik des Insekten- und Vogelflugs, strömungsmechanischeKonzepte zur energetischen Optimierung (optimierte Körperform, reibungsarme Oberflächen, Formationsflug, Winglets)
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten kennen und verstehen die Grundlagen biologischer und medizinscher Strömungen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I/II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Strömungsmechanik I/II
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Biologische und Medizinische Strömungstechnik II (401169001)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Biologische und Medizinische Strömungstechnik II	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Biologische und Medizinische Strömungstechnik II	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Strömung in Turbomaschinen Labor (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014419
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Turbomaschinen spielen in weiten Teilen unseres Lebens eine bedeutende Rolle. Sie sind Antriebe nahezu aller modernen Flugzeuge, werden im Bereich der Stromerzeugung eingesetzt oder sind wichtiger Bestandteil in Anlagen der Prozessindustrie. Dabei werden immer höhere Anforderungen in Bezug auf Effizienz, Emissionen und Leistungsfähigkeit gestellt. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können ist ein tiefes Verständnis der Thermodynamik, Aerodynamik und Strukturmechanik von Turbomaschinen erforderlich. Aufbauen auf das Wissen aus Strömung in Turbomaschinen I wird in dieser Veranstaltung der Auslegungsprozess für eine Turbomaschinen Beschaufelung durchlaufen. In den ersten Terminen werden die erforderlichen Grundlagen kurz zusammengefasst. Anschließend legen die Studierenden in Kleingruppen eine Beschaufelung für eine vorgegebene Aufgabe aus. Neben der aerodynamischen Auslegung, für die typische Berechnungsverfahren für die Vorauslegung zum Einsatz kommen, erfolgt auch eine strukturmechanische Bewertung des Designs. In der abschließenden Prüfung stellen die Kleingruppen das Ergebnis ihrer Auslegung in Form einer Präsentation vor. Zudem erfolgt eine individuelle Prüfung zu theoretischen Grundlagen.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben einen Eindruck vom industriellen Arbeiten erhalten. • Erfolgreiche Umsetzung der theoretischen Grundlagen aus der Vorlesung "Strömungsmaschinen" in die Praxis. • Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig unter gegebenen Randbedingungen (Aerodynamik, Festikeit, Budget, etc.) und mit einfachen numerischen Berechnungsverfahren eine Turbomaschinenschaufel auszulegen. • Sie kenne die eingesetzte Messtechnik des Schaufelprüfstands zur Überprüfung Ihres Schaufeldesigns. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Teamarbeit. • Erfolgreiches Einsetzen von Projektplanungsinstrumenten. • Die Studierenden sind in der Lage, Ihre Ergebnisse in einer Präsentation darzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen der Turbomaschinen Anwesenheitspflich im Labor
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen der Turbomaschinen
Literatur	Übungsunterlagen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Mündliche Prüfung • Referat • Anwesenheitspflicht

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	30,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lernraum zu Strömung in Turbomaschinen Labor (401441901)	1. Semester	2. Semester	0	0
Prüfung/Labor Strömung in Turbomaschinen (401441902)	1. Semester	2. Semester	2	2

Modultitel	Numerische Strömungsmechanik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011054
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung in die numerische Strömungsmechanik • Beispiele von Strömungssimulationen • Grundlegende Erhaltungsgleichungen • Variierende mathematische Formulierungen 2 • physikalische Bedeutung der Charakteristiken • Bestimmung des mathematischen Typs der Erhaltungsgleichungen • Charakteristische Form der Erhaltungsgleichungen 3 • Grundlagen der Diskretisierung von partiellen Differentialgleichungen • Abbruchfelder und Konsistenz 4 • Lösungsmethoden für skalare Gleichungen 5 • Stabilitätsanalyse von Anfangswertproblemen • Diskrete Strömungstheorie 6 • von Neumann Analyse • CFL Bedingung 7 • Hirt'sche Stabilitätsanalyse 8 • Einführung in die numerische Lösung von Randwertproblemen 9 • Klassische Iterationsverfahren • Konvergenz iterativer Lösungsmethoden 10 • ILU, Krylov-Unterraum Methoden 11 • Mehrgittermethoden 12 • Transformation der partiellen Differentialgleichungen in krummlinige Koordinaten • Abbruchfelder auf körperangepassten Netzen 13 • Diskretisierung auf unstrukturierten Netzen • adaptive Lösungsmethoden

	• Dreiecks- und Tetraedernetze • Hierarchische kartesische Netze 14 • Vektorisierung und Parallelisierung von Lösungsalgorithmen • Anwendungen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben detaillierte Kenntnisse der partiellen Differentialgleichungen der Strömungsmechanik. • Sie beherrschen die Grundlagen der Diskretisierung partieller Differentialgleichungen. • Sie können numerische Methoden für die Lösung partieller Differentialgleichungen anwenden. • Sie können Abbruchfehler numerischer Lösungsschemata bestimmen und verstehen deren Eigenschaften. • Sie verstehen die Stabilität und Konsistenz von Lösungsschemata. • Sie können Grenzwertprobleme mit iterativen Schemata lösen. • Sie beherrschen die Diskretisierung für verschiedene Netztypen. • Sie können Lösungsschemata auf verschiedenen Rechnerarchitekturen implementieren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Diskussion verschiedener Beispiel numerischer Strömungssimulation fördert das Verständnis theoretischer Aspekte in praktischen Anwendungen. • Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I,II " Höhere Mathematik " Thermodynamik Voraussetzung für (z.B. andere Module): " Numerische Strömungsmechanik II
(empfohlene) Voraussetzungen	notwendig: • Strömungsmechanik I,II empfohlen: • Höhere Mathematik • Thermodynamik
Literatur	• Numerical Computation of Fluid Dynamics, C. Hirsch • Computational fluid Dynamics, J.D. Anderson • Computational Methods for Fluid Flow; Peyret, Taylor • Computational Gasdynamics; Laney
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder Dr.-Ing. Matthias Meinke
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Numerische Strömungsmechanik I (401105401)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Numerische Strömungsmechanik I	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Numerische Strömungsmechanik I	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Failure of Structures and Structural Elements (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011486
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The course is an introduction into the most important failure theories of structures. The content is summarized as: • Recall of fundamentals in continuum mechanics • Notion of “failure” in mechanical engineering. • Geometry and deformation: strain tensors • Mechanical and thermal loading: stress tensors • Conservation laws • Material behaviour: elasticity, elasto-plasticity, hardening, damage • Anisotropy • Yield-conditions and flow rules in plasticity and visco-plasticity • Direct methods: Lower and upper bound theorems of limit analysis • Examples of application of the theorems of limit analysis • Direct methods: Lower and upper bound theorems of shakedown analysis • Examples of application of shakedown theory • Notion and concepts of fracture mechanics • Linear elastic fracture mechanics • Elastic-plastic fracture mechanics • J-integral and other path-independent integrals • Kinematic criteria • Examples of application of fracture mechanics • Use of finite element methods • Software features, examples

Lernziele/Lernergebnisse	In this course, students shall acquire the following:
	
	<u>Knowledge / Understanding:</u>
	The students will understand:
	• the physical effects leading to failure of structures and mechanical systems. This includes:
	  • excessive elastic deformations,
	  • buckling of load carrying elements,
	  • permanent plastic deformations,
	  • material damage,
	  • initiation and propagation of cracks
	• limit and shakedown theories, failure of structures and mechanical systems under monotonic and cyclic loads and determination of corresponding load-carrying capacities
	• the phenomenon of fracture and determination of critical loads for crack propagation
	• the most important failure types and their numerical description
	
	<u>Abilities / Skills:</u>
	The students will be able to
	• a) determine limit loads for structures
	• b) model the phenomenon of fracture and determine critical loads for crack propagation
	• c) transfer theoretical and mathematical models to actual engineering problems and implementation into design codes

	• d) apply State-of-the-art numerical methods for the use of failure criteria in applied mechanical engineering The exercises are integrated in the lecture so that the students work individually or in groups on practical examples.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-none-
Literatur	• Lecture Notes • J. Lemaitre, J.-L. Chaboche: Mechanics of materials, Cambridge University Press, Cambridge, 1994 • J.A. König: Shakedown of elastic-plastic structures, Elsevier, Amsterdam, 1987
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Failure of Structures and Structural Elements (401148601)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Failure of Structures and Structural Elements	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Numerische Strömungsmechanik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011018
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung in die Lösung von Anfangswertproblemen • Wärmeleitungsgleichung • Programmbeispiele 2 • Numerische Lösung der Grenzschichtgleichungen • Linearisierung impliziter Lösungsverfahren • Anwendungsbeispiele 3 • Einführung in die Lösung linearer hyperbolischer Gleichungen • Numerische Lösung der Potentialgleichung • Anwendungsbeispiele 4 • Upwind und zentrale Diskretisierungen • Transporteigenschaften der Diskretisierungen • Dissipativer und dispersiver Abbruchfehler 5 • Einführung in die Lösung der Euler Gleichungen • Verschiedene Formen der Euler Gleichungen 6 • Diskontinuierliche Lösungen der Euler Gleichungen • Rankine Hugoniot Beziehungen 7 • Einführung in die Upwind Verfahren der Euler Gleichungen 8 • Ableitung des Flux-Difference Splitting Schemas 9 • Flux-Vector Splitting • Diskretisierung höherer Ordnung 10 • Explizite Schemata zur Lösung der Euler Gleichungen • MacCormack, Runge-Kutta etc. Methoden 11 • Konvergenzbeschleunigung • FAS Mehrgittermethoden, lokale Zeitschrittverfahren 12 • Implizite Schemata zur Lösung der Euler Gleichungen • Linearisierungen der Euler Gleichungen

	• Duale Zeitschrittverfahren 13 • Diskretisierung der Euler Gleichungen auf unstrukturierten Netzen • Formulierung von Upwind Schemata 14 • Numerische Lösung der Euler Gleichungen für das Stoßrohrproblem • Anwendungsbeispiel
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten beherrschen die die Entwicklung von Lösungsalgorithmen für Systeme von partiellen Differentialgleichungen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.): " Numerische Strömungsmechanik I " Strömungsmechanik I, II " Thermodynamik " Höhere Mathematik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Numerische Strömungsmechanik I • Strömungsmechanik I, II • Thermodynamik • Höhere Mathematik
Literatur	• Numerical Computation of Fluid Dynamics, C. Hirsch • Computational fluid Dynamics, J.D. Anderson • Computational Methods for Fluid Flow; Peyret, Taylor • Computational Gasdynamics; Laney
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Numerische Strömungsmechanik II (401101801)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Numerische Strömungsmechanik II	1. Semester	2. Semester	-	1
Übung Numerische Strömungsmechanik II	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Strömungsmessverfahren I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010886
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Herleitung der Grundgesetze der Strömungsmechanik: Kontinuitätssatz, Bernoulli-Gleichung, Impulssatz 2 • Ähnlichkeitsparameter und ihre Bedeutung: Geometrische Ähnlichkeit, Eulerzahl, Reynoldszahl, Froudezahl, Machzahl, Strouhalzahl 3 • Grundgleichungen für kompressible Strömungen: Energiesatz, Laval-Düse, senkrechte und schräge Verdichtungsstöße 4 • Druckmessung: Druckmesssonden, Versperrung, Barkereffekt, Scherströmung 5 • Druckmessung: Venturi-Düse, Richtungsabhängigkeit, kompressible Strömungen 6 • Druckmessung: Machzahlmessung, statische Druckmessung, Richtungsmessung 7 • Rohrströmung: laminare und turbulente Rohrströmung, Druckverlust in Rohrströmungen, Mengenmessung in strömenden Medien, Messung der Geschwindigkeitsverteilung im Rohr 8 • Mengenmessung mit Düsen und Blenden: Verlustlose Düse, Drosselgeräte, Drosselgeräte für kleine Re-Zahlen, Venturi-Düse 9 • Mengenmessung mit Düsen und Blenden: Druckverlust bei Drosselgeräten, Drosselgeräte für Ein- und Auslaufmessungen, Drosselgeräte bei kompressibler Durchströmung 10 • Messverfahren für Wandschubspannungen: theoretische Grundlagen (universelles und logarithmisches Wandgesetz) 11 • Methoden zur Messung der örtlichen Wandreibung: Mechanische Verfahren, Oberflächenelemente, Hitzdraht in laminarer Unterschicht, Wandschubspannungsmessung mit Drucksonden), optische Wandreibungsmessverfahren 12 • Transitionserkennung: Grundlagen, laminar-turbulenter Umschlag, Grundlagen der Hitzdrahtanemometrie, Turbulenzmessung mit Einzeldraht, messtechnische Probleme bei Grenzschichtablösung 13 • Temperaturmessung: Grundlagen, Thermoelekrische Messverfahren

	14 • Einführung in die optischen Messverfahren: Laser-Doppler-Anemometrie, Schlieren-Verfahren, Schatten-Verfahren, Particle Image Velocimetry
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden beherrschen die die Grundlagen der verschiedenen in der Strömungstechnik verwendeten Messverfahren. • Sie können problemangemessen die geeigneten Messverfahren auswählen und anwenden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Voraussetzung für (z.B. andere Module) - Strömungsmessverfahren II Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) - Strömungsmechanik I/II,
(empfohlene) Voraussetzungen	Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Strömungsmessverfahren II Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) • Strömungsmechanik I/II
Literatur	• Vorlesungsskript • Fluid Mechanic Experiments; Goldstein
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strömungsmessverfahren I (401088601)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strömungsmessverfahren I	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Strömungsmessverfahren II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014352
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: Strömungsvisualisierungsverfahren, Pressure sensitive paint (PSP), Geschwindigkeitsmessverfahren 2 • Strömungsvisualisierungsverfahren: Schattenverfahren, Schlierenverfahren, Farbschlierenverfahren, Background oriented Schlieren (BOS) 3 • Strömungsvisualisierungsverfahren: Differentialinterferometrie, Mach-Zehnder-Interferometrie, Ölanstrichverfahren 4 • Holographische Strömungsmessverfahren: Grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund, holographische Interferometrie, holographische Tomographie 5 • Pressure sensitive paint: Einführung, grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund 6 • Pressure sensitive paint: Anwendungen 7 • Laser Doppler Anemometrie: Einführung, grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund 8 • Laser Doppler Anemometrie: Einführung in die Lasertechnik, Photomultiplier, Strahloptik, Sende- und Empfangsoptik, Frequenzshift (Bragg-Zellen) 9 • Laser Doppler Anemometrie: Arbeitsverfahren (forward/backward scatter), Brechungsindexanpassung, Partikelgrößenbestimmung, zwei- und drei-Komponenten LDA-Systeme 10 • Laser Doppler Anemometrie: Anwendungen, Turbulenzmessung 11 • Particle-Image Velocimetry: Einführung, grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund 12 • Particle-Image Velocimetry: Einführung in die Lasertechnik, Kameratechnik, Tracer-Partikel, Lichtschnitt-Optik, Bildauswertung 13 • Particle-Image Velocimetry: Scanning PIV, stereoskopische PIV, holographische PIV 14 • Particle-Image Velocimetry: Anwendungen

Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden beherrschen die die Grundlagen der verschiedenen in der Strömungstechnik verwendeten Messverfahren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I, II " Strömungsmessverfahren I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Strömungsmechanik I, II • Strömungsmessverfahren I
Literatur	Fluid Mechanic Experiments; Goldstein
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder Dr.-Ing. Michael Klaas
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strömungsmessverfahren II (401435201)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Strömungsmessverfahren II	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Fahrzeug- und Windradaerodynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011490
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1-3 • Strömungsphänomene bei der Umströmung stumpfer Körper • Kräfte und Momente • Grenzschichten • Abgelöste Strömungen • Beeinflussung des Totwassers • Bodennähe 4-8 • Fahrzeuge • Automobile • Fahrleistungen • Luftkräfte • Fahrtrichtungshaltung • Linearisiertes Fahrzeugmodell • Strömungen auf der Oberfläche • Hochleistungsfahrzeuge • Eisenbahnen • Fahrleistungen • Widerstand • Fahrt bei Seitenwind • Kopfwelle • Fahrt durch Tunnel 9-15 • Windkraftanlagen • Windmühlen und Windräder • Bauformen von Windkraftanlagen • Physikalische Grundlagen der Windenergiewandlung • Aerodynamik des Rotors • Mathematische Modelle und Berechnungsverfahren • Rotornachlaufströmung • Aerodynamik der Vertikalachsen-Rotoren • Aerodynamik des Turms • Kräfte und Momente bei statischer Windlast • Dynamische Beanspuchung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben haben umfangreiche Kenntnisse auf dem Gebiet der auf Bauteile bezogenen Strömungsmechanik • Sie beherrschen die strömungsmechanischen Grundlagen und Berechnungsmethoden und können diese auf verschiedene bauteilspezifische Strömungsprobleme anwenden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mathematik " Thermodynamik

	" Strömungsmechanik I, II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Mathematik • Thermodynamik • Strömungsmechanik I, II
Literatur	• Vorlesungsunterlagen • Strömungslehre für den Maschinenbau; Siekmann • Applied Fluid Mechanics; R. L. Mott
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fahrzeug- und Windradaerodynamik (401149001)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fahrzeug- und Windradaerodynamik	2. Semester	1. Semester	-	3
Übung Fahrzeug- und Windradaerodynamik	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Business Engineering (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011016
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Unternehmensführung & Wandel I 2. Unternehmensführung & Wandel II 3. Corporate Governance 4. Prozessmanagement I 5. Prozessmanagement II 6. Controlling & Finanzielle Führung I 7. Controlling & Finanzielle Führung II 8. Controlling & Finanzielle Führung III 9. Investitions- und Wirtschaftlichkeitsrechnung 10. Innovationsmanagement 11. Finanzierung I 12. Finanzierung II 13. Marketing I 14. Marketing II 15. Technologiemanagement
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten lernen die Grundlagen des Managements produzierender Unternehmen. Sie verstehen die grundlegenden Anforderungen verschiedener Managementbereiche und kennen die entsprechenden Modelle, Theorien und Methoden. Sie sind in der Lage, das Gelernte kritisch zu reflektieren und auf real existierende Problemstellung zu übertragen. Sie erhalten damit das grundlegende Handwerkszeug, das in sämtlichen Managementebenen von essentieller Bedeutung ist. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studenten erhalten aufgrund von Praxisbeispielen einen Einblick in produzierende Unternehmen und schulen im Rahmen der Übung die Fähigkeit der Präsentation ihrer Ergebnisse. Einige Übungen basieren auf Rollenspielen zwischen den Studenten, so dass auch die soziale Kompetenz geschult wird.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh

ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Business Engineering (401101601)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Business Engineering	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Business Engineering	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Modellierung der Laserfertigungsverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013309
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Übersicht der Inhalte und Definition der 10 Lernziele • Rolle des Ingenieurs in der interaktiven Zusammenarbeit mit naturwissenschaftlichen Disziplinen • Grundzüge der Erkenntnistheorie (Karl Popper) 2 • Laserstrahlung, Helmholtzgleichung, Reduziertes Modell: SVE-Approximation • Lernziel 1: Gaußscher Strahl, Strahlführung und -formung 3 • Reflexion, Transmission und Absorption von Strahlung • Grenzfall kleiner Verschiebungsströme, optische Parameter 4 • Technische Aufgabenstellung und Fallbeispiele: • Schneiden mit Laserstrahlung • Lernziel 3: Merkmale des Qualitätsschnittes 5 • Physikalische Aufgabenstellung zum Schneiden (Freie Randwertaufgaben) und Identifikation der qualitätsdefinierten Prozeßdomänen • Lernziel 4: Zuordnung physikalischer Phänomene zur Ausbildung von Qualitätsmerkmalen 6 • Technische Aufgabenstellung und Fallbeispiele: Bohren mit Laserstrahlung • Physikalische Aufgabenstellung und die 5 dominanten physikalischen Phänomene • Lernziel 5: Qualitätsmerkmale der Bohrung 7 • Mathematische Modellbildung Ia: Zeitskalen • Freiheitsgrade und Dimension im Phasenraum • Separation von Zeitskalen in einfachen dissipativen dynamischen Systemen • Lernziel 6a: Separation von Zeitskalen 8 • Mathematische Modellbildung Ib: Längenskalen • Grenzschichten der Wärmeleitung mit bewegten Rändern • Lernziel 6b: Separation von Längenskalen 9 • Mathematische Modellbildung IIa: Freie Randwertaufgaben (FRA) für die feste Phase • Reduziertes Modell für die FRA : Bewegung der Schmelzfront, integrale Methoden, Variationsformulierung • Lernziel 7: Heizphase und Schmelzphase beim Abtragen 10 • Mathematische Modellbildung IIb: FRA für die flüssige Phase • Navier-Stokes Gleichungen, Materialgleichungen, Randwerte

	11 • Mathematische Modellreduktion: Schmelzströmung • Reduziertes Modell für die Strömung in dünnen Filmen • Lernziel 8: Grenzschichtcharakter, integrale und spektrale Methoden 12 • Modellreduktion und Lösung mit kontrolliertem Fehler: • Schmelzströmung bei kleinen Reynoldszahlen • Strukturelle Stabilität des reduzierten Modells: • Lubrikationsnäherung, Finger- und Tropfenbildung • Lernziel 9: Kriechströmung und Korrekturen nach der Reynoldszahl, exakte Lösung einer Modellaufgabe für beliebige Reynoldszahl 13 • Globale Eigenschaften der Lösung von Bilanzen der Masse, des Impulses und der thermischen Energie • Lernziel 10: Skalen für die Wahl der Verfahrensparameter beim Schneiden und Bohren mit Laserstrahlung 14 • Zusammenfassende Diskussion der Lernziele • Aktuelle Fragestellungen aus der Forschung und Entwicklung der Laser-Fertigungsverfahren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen freie Randwertaufgaben und integrale Lösungsmethoden • Sie beherrschen die nichtlineare Stabilitätsanalyse mit spektralen Methoden • Sie beherrschen die Analyse der strukturellen Stabilität von Modellgleichungen • Sie kennen die Grundlagen zu 3 Lasertypen (räumliche Verteilung der Laserstrahlung, Fresnel Zahl, Invariante der Strahlausbreitung, zeitliche Pulsform) • Sie beherrschen folgende theoretische Grundlagen: • Helmholtzgleichung, Beugung, optische Materialparameter, Transmission, Reflexion, Absorption, Fresnel Formeln, Polarisation von Materie und Strahlung • Navier-Stokes Gleichungen für Massen-, Energie- und Impulsbilanz. Strömung in dünnen Filmen (Grenzschichtcharakter) • Dissipation in dynamischen, verteilten Systemen (inertiale Mannigfaltigkeit) Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden verstehen die interaktive Zusammenarbeit von Ingenieur, Physiker und Mathematiker zur Anwendung modellgestützter Methoden zur Diagnose von Laser-Fertigungsverfahren • Sie lernen in mehreren Projektbeispielen die Anwendung modellgestützter Methoden zur Lösung praktischer Aufgabenstellungen kennen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Voraussetzung für: " Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren
(empfohlene) Voraussetzungen	Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren
Literatur	• W. Schulz, C. Hertzler, Cutting: Modeling and data, in: Martienssen, M.(Hrsg.): New Series Landolt-Börnstein, Group: Advanced Materials and Technologies, Volume VIII/1: Laser Physics and Applications, Sub-volume VIII/1C: Laser Applications, 2004, S. 187-215. ISBN 1619-4802 • R. Poprawe, Lasertechnik für die Fertigung, Springer Verlag 2005, ISBN 3-540-21406-2
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang Schulz
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Modellierung der Laserfertigungsverfahren (401330901)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Modellierung der Laserfertigungsverfahren	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013320
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Übersicht der Inhalte und Definition der Lernziele • Wiederholung der 10 Lernziele aus dem Modul "Modellierung der Laser-Fertigungsverfahren" 2 • Herleitung und Vertiefung der Anwendung integraler Methoden für die Wärmeleitung mit Stefan-Randbedingung • Lernziel 1: Variationsformulierung im Vergleich zur direkten Integration in einer räumlichen Dimension 3 • Spektrale Methoden zur Kontrolle des Fehlers bei integralen Methoden: Räumlich eindimensionale Modellaufgaben • Eigenfunktionen eines Differentialoperators, Spektrale Zerlegung nichtlinearer Aufaben nach Eigenfunktionen, diskrete und kontinuierliche Spektren • Lernziel 2: Separation der Variablen und Zusammenhang mit spektralen Methoden, Anwendung spektraler Methoden 4 • Asymptotische Entwicklung partieller Differentialgleichungen und deren Lösung an einer Modellaufgabe der Wärmeleitung • Lernziel 3: Identifikation charakteristischer dynamischer Variablen, Freiheitsgrade inertialer Mannigfaltigkeiten 5 • Auffinden dimensionsloser Gruppen, Buckinghamsches Pi-Theorem • Definition und physikalische Bedeutung von Peclet-, Reynolds-, Marangoni- und Stefan Zahl • Lernziel 4: Physikalische Bedeutung dimensionsloser Gruppen von Systemparametern und der Dimension im Phasenraum 6 • Optische Moden in passiven Lichtleitfasern • Numerische Apertur, Totalreflexion, Maximale Modenzahl, Modenkopplung • Optische Anregung in aktiven Fasern und Dissipation • Lernziel 5: Strahlerzeugung und –führung in Lichtleitfasern 7 • Langsame Oberflächen in dynamischen Systemen • Anwendungen der Zeitskalentrennung • Lernziel 6: Thermische Wirkung großer und kleiner Peclet-zahl 8 • Modellaufgaben zur Strömung in dünnen Filmen • Anwendungen der spektralen Methoden: -Porenbildung beim Schweißen -Verschlußbildung beim Bohren • Lernziel 7: Zusammenhang von Zeitskalen und der Ausprägung von Qualitätsmerkmalen 9 • Verdampfung und Rekondensation von Metallen I

	• Vergleich der Modell von Aden mit Aoki und Sone • Lernziel 8: Phasenübergänge beim Abtragen und Schweißen 10 • Modelle der Verdampfung und Rekondensation von Metallen II • Laplace-Druck, Verdampfung und Rekondensation als antreibende Kräfte durch Gradienten des Druckes, Navier-Stokes Gleichungen, Materialgleichungen, Randwerte • Lernziel 9: Bilanzen und Randwerte der Impulsbilanz an idealisierten Grenzflächen 11 • Technische Fallbeispiele I: Bohren mit Laserstrahlung 12 • Technische Fallbeispiele II: Schweißen mit Laserstrahlung 13 • Zusammenfassende Diskussion der Lernziele • Aktuelle Fragestellungen aus der Forschung und Entwick-lung der Laser-Fertigungsverfahren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen freie Randwertaufgaben und integrale Lösungsmethoden • Sie beherrschen die nichtlineare Stabilitätsanalyse mit spektralen Methoden • Sie beherrschen die Analyse der strukturellen Stabilität von Modellgleichungen • Sie können die maximale Anzahl dimensionsloser Gruppen von Randwertaufgaben bestimmen • Sie verstehen den Zusammenhang von Randbedingungen, Randwerten und der Lösungsstruktur der Navier-Stokes Gleichungen • Sie kennen die einzelnen Terme der Navier-Stokes Gleichungen für Massen-, Energie- und Impulsbilanz und verstehen deren grundlegende Wirkung und deren Wechselwirkung • Sie können die dynamischen Lösungseigenschaften den Merkmalen von Qualität des Produktes und der Produktivität des Verfahrens beim Bohren und Schneiden zuordnen • Sie kennen Beispiele für die Anwendung von Methoden zur Dimensionsreduktion in dissipativen Systemen, verstehen die Trennung von Längen- und Zeitskalen in einfachen Systemen und können diese durchführen • Detaillziele s. unten Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden verstehen die interaktive Zusammenarbeit von Ingenieur, Physiker und Mathematiker zur Anwendung modellgestützter Methoden zur Diagnose von Laser-Fertigungsverfahren • Sie lernen in mehreren Projektbeispielen die Anwendung modellgestützter Methoden zur Lösung praktischer Aufgabenstellungen kennen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Modellierung der Laserfertigungsverfahren
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• W. Schulz, C. Hertzler, Cutting: Modeling and data, in: Martienssen, M.(Hrsg.): New Series Landolt-Börnstein, Group: Advanced Materials and Technologies, Volume VIII/1: Laser Physics and Applications, Sub-volume VIII/1C: Laser Applications, 2004, S. 187-215. ISBN 1619-4802 • R. Poprawe, Lasertechnik für die Fertigung, Springer Verlag 2005, ISBN 3-540-21406-2
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang Schulz
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren (401332001)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Konstruieren mit spröden Werkstoffen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014371
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2012
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Einer nachhaltigen Etablierung spröder Konstruktionswerkstoffe in einem breiten Anwendungsfeld steht bisher der niedrige Stellenwert der Materialauswahl, sowohl in den Konstruktionsabteilungen der Unternehmen, als auch im Konstruktionsprozess selbst entgegen. Die Vorlesung Konstruieren mit spröden Werkstoffen verfolgt daher das Ziel, die Bedeutung der Materialauswahl im Produktenstehungsprozess durch die Anwendung werkstoffspezifischer Gestaltungsregeln zu stärken und somit das volle Potenzial dieser Werkstoffe für möglichst viele Anwendungen weit über die Grenzen einer reinen Werkstoffsubstitution nutzbar zu machen. Für die wichtigsten Werkstoffklassen Hochleistungskeramik, Hartmetall, Werkzeugstähle und intermetallische Phasen werden anhand der thermo-mechanischen und tribologischen Eigenschaftsprofile die charakteristischen Unterschiede spröder und duktiler Konstruktionswerkstoffe diskutiert. Es folgt eine Einführung in die linear-elastische und statistische Bruchmechanik sowie die Vorstellung von Festigkeitshypothesen und probabilistischer Auslegungskriterien für den Lebensdauernachweis unter statischer und zyklischer Beanspruchung. Schließlich werden Verfahren zur Ermittlung der bruchstatistischen Kennwerte an Proben und Methoden zur Übertragung auf Bauteile behandelt. Ein wesentlicher Teil der Vorlesung ist die Vorstellung und Anwendung werkstoffspezifischer Gestaltungsprinzipien und –richtlinien in der Konstruktionsmethodik. Besonderes Augenmerk gilt dabei der Identifikation konstruktions- und fertigungsrelevanter Werkstoffeigenschaften sowie der Auswahl werkstoffklassenspezifischer Fertigungsverfahren. Ausführlich werden gestalterische Richtlinien für ein Werkstoff-, Belastungs-, Formgebungs- und Fertigungs- sowie Montage- bzw. Fügegerechtes Design vorgestellt. Abschließend werden Methoden und Verfahren zum Nachweis der Bauteilzuverlässigkeit vorgestellt. Hierzu sind Praxisübungen mit Anwendung numerischer Postprozessoren am PC vorgesehen. Anhand einer Vielzahl von Praxisbeispielen aus den Bereichen der Hochtemperatur- und Energietechnik, Triboanwendungen und Anlagenbau werden mit besonderem Fokus auf die Fügetechnik die vorgestellten Grundlagen erläutert und vertieft.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: - Die Studierenden lernen die charakteristischen Eigenschaftprofile spröder Werkstoffe kennen. - Sie sind in der Lage konstruktionsrelevante Werkstoffeigenschaften zu identifizieren - Sie erlernen Methoden zur bruchstatischen Bauteilauslegung und Zuverlässigkeitsanalyse unter thermo-mechanischer Beanspruchung - Sie kennen die wichtigsten werkstoffklassenspezifischen Gestaltungsrichtlinien - Die Studierenden sind in der Lage die Gestaltungsprinzipien und –richtlinien in der Konstruktionsmethodik anzuwenden Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): Die Übungen werden dazu genutzt, die Studierenden unter Anleitung des wissenschaftlichen Personals Aufgaben ausarbeiten und präsentieren zu lassen. Dadurch werden die kommunikativen Fähigkeiten und der Umgang mit Präsentationstechniken gestärkt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-

(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • Keine Empfohlene Voraussetzungen: • Keine
Literatur	- Umdruck zur Vorlesung - Creyke, W.E.C. Sainsbury, I.E.J., Morrel, R.: Design with Non-ductile Materials, Applied Science Publishers Ltd. 1982, ISBN 0-85334-149-4. - Ashby, M. F.; Fleck, C.; Wanner, A.: Materials selection in mechanical design:das Original mit Übersetzungshilfen. Easy Reading. Heidelberg: Spektrum, Akad. Verlag 2007, ISBN 978-3-8274-1762-6.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	schriftlich oder mündlich
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christoph Broeckmann Dipl.-Ing. Alexander Bezold
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Konstruieren mit spröden Werkstoffen (401437101)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Konstruieren mit spröden Werkstoffen	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Konstruieren mit spröden Werkstoffen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Verfahren der Oberflächentechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014434
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in die Oberflächentechnik • Technische Oberflächen, Oberflächen als Phasengrenzen zur Umgebung • Benetzung von Oberflächen durch Flüssigkeiten • Haftungsmechanismen zwischen Schicht und Grundwerkstoff • Funktion von Oberflächen 2 • technische Nutzung von Plasma • thermische und nichtthermische Plasmen 3 • elektrochemische Metallabscheidung • Galvanik, chemische Metallabscheidung 4 • Konversionsverfahren • Anodisieren, Phosphatieren, Chromatieren, Brünieren 5 • Thermochemische Diffusionsverfahren • Einsatzhärten, Nitrieren, Borieren, Chromieren, Alitieren, Silizieren 6 • PVD - Physical Vapor Deposition • Magnetron Sputtering Ion Plating, Arc Ion Plating, Niedervoltbogenentladung, Elektronenstrahl-PVD 7 • CVD – Chemical Vapor Deposition • Hochtemperatur-CVD, Plasma-CVD, Hot-Filament-CVD 8 • Sol-Gel-Verfahren • Schmelztauchverfahren 9 • Thermisches Spritzen • Flammspritzen, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Kaltgasspritzen, Lichtbogenspritzen, Plasmaspritzen 10 • Löten (Auftraglöten, Auflöten von Panzerungen) • Auftragschweißen 11 • ökologische, ökonomische, technische Potentiale der Oberflächentechnik • thermische, chemische, mechanische Belastungen auf Oberflächen • Vorbehandlung, Oberflächenmodifikation, Beschichtung, Nachbehandlung • Anforderungen an Schicht, Verbund, System

	12 • Modellierung und Simulation in der Oberflächentechnik • Prozesssimulation, Werkstoffsimulation
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Studenten können die wichtigsten Verfahren der Oberflächentechnik beschreiben. • Studenten können das jeweilige Verfahrensprinzip skizzieren und das Funktionsprinzip erklären. • Studenten kennen zu jedem Verfahren der Oberflächentechnik typische Anwendungsbeispiele • Studenten können hinsichtlich Konstruktion, Werkstoff und Schutzfunktion die Verfahren der Oberflächentechnik voneinander abgrenzen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Oberflächentechnik Teil 1 " Hochleistungswerkstoffe
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Oberflächentechnik Teil 1 • Hochleistungswerkstoffe
Literatur	• Foliensatz zur Vorlesung, ca. 300 Seiten am IOT erhältlich • Buch „Oberflächentechnik im Maschinenbau“ Wiley-Verlag • Buch „Industrial Tribology“ Wiley-Verlag (in Englisch)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessorin Dr.-Ing. Kirsten Bobzin
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Verfahren der Oberflächentechnik (401443401)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Verfahren der Oberflächentechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Verfahren der Oberflächentechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Hochtemperatur-Werkstofftechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011683
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2012
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Vorlesung Hochtemperatur-Werkstofftechnik behandelt Fragen der Werkstoffmechanik in Anwendungen bei erhöhter Temperatur. Generell werden darunter Betriebstemperaturen oberhalb von 500 °C verstanden, die in vielen Bauteilen in der Kraftwerkstechnik sowie in Flugtriebwerken und Verbrennungsmotoren auftreten. Zunächst werden wesentliche Auswirkungen erhöhter Temperatur auf das mechanische Verhalten von kristallinen Werkstoffen vorgestellt: die temperaturabhängige Fließgrenze, das zeitabhängige Kriechen, die Relaxation. Diese Phänomene werden auf metallphysikalische Mechanismen wie Diffusionsprozesse und die Bewegung von Versetzungen zurückgeführt. Die für die Bauteilauslegung relevanten Gleichungen für das zeitabhängige Werkstoffverhalten werden für den Fall der einachsigen Beanspruchung besprochen. Es folgt die Behandlung von Bruchvorgängen bei erhöhten Temperaturen. Nach der Darstellung der Bruchmechanismen werden Ansätze vorgestellt, die eine Extrapolation der Lebensdauer von Bauteilen unter Hochtemperaturbeanspruchung erlauben. Ein wesentlicher Teil der Vorlesung ist Ermüdungsvorgängen bei erhöhter Temperatur, insbesondere der Kriech-Ermüdungs-Wechselwirkung gewidmet. In diesem Zusammenhang werden auch die wichtigsten Alogrithmen in den einschlägigen Regelwerken für drucktragende Bauteile behandelt. Die wichtigsten Gruppen warmfester Werkstoffe werden vorgestellt. Ausgehend von den bei der Legierungsentwicklung und Wärmebehandlung genutzten metallphysikalischen Wirkmechanismen ergeben sich bestimmte Eigenschaftsprofile, welche die Anwendungsfelder der einzelnen Werkstoffe bestimmen. Schwerpunktsmäßig werden die warmfesten Stähle und die Nickelbasis-Superlegierungen inklusive ihrer gerichtet erstarrten und einkristallinen Varianten besprochen. Darüberhinaus behandelt die Vorlesung Werkstoffe auf Kobaltbasis, höchst warmfeste Wolfram- und Molybdänlegierungen, als Konstruktionswerkstoffe genutzte intermetallische Phasen und einige technische Keramiken, die in Hochtemperaturanwendungen eingesetzt werden.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden lernen die wesentlichen Auswirkungen erhöhter Temperatur auf das mechanische Verhalten vorwiegend metallischer, aber auch keramischer Werkstoffe kennen. • Sie verstehen die metallphysikalischen Mechanismen, die zu zeitabhängiger plastischer Verformung und Schädigung führen. • Sie erlernen Methoden zur Auslegung von Bauteilen unter Hochtemperaturbeanspruchung • Sie kennen die wichtigsten Gruppen der Hochtemperaturwerkstoffe und ihre Anwendungsfelder. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Übungen werden dazu genutzt, die Studierenden unter Anleitung des Wissenschaftlichen Personals Aufgaben ausarbeiten und präsentieren zu lassen. Dadurch werden die kommunikativen Fähigkeiten und der Umgang mit Präsentationstechniken gestärkt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: - Werkstoffkunde I (Metalle)
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: - Werkstoffkunde I (Metalle)

	Empfohlene Voraussetzungen: - Keine
Literatur	• Skript zur Vorlesung • El Magd, A.: Hochtemperatur-Werkstofftechnik; Shaker-Verlag, Aachen, 2009 • Bürgel, R.: Handbuch Hochtemperatur-Werkstofftechnik; Vieweg Verlag, Wiesbaden,2006
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche oder mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christoph Broeckmann Dr.-Ing. Ewald Pfaff
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Hochtemperatur-Werkstofftechnik (401168301)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Hochtemperatur-Werkstofftechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Hochtemperatur-Werkstofftechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Qualität und Recht (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011661
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Inhalte des Seminars sind rechtliche Grundlagen für Ingenieure. Detaillierte Inhalt sind: 1. Vertragliche Haftung: Gewährleistungsansprüche, Abgrenzung Kaufvertrag/Werkvertrag, Werklieferungsvertrag, Dienstvertrag 2. Herstelklerspezifische Pflichten: Konstruktionspflicht, Fabrikationspflicht, Instruktionspflicht 3. Außervertragliche Haftung: Produkthaftungsgesetz, Produzentenhaftung 4. Produktsicherheitsgesetz, Maschinenrichtlinie, Kodex des Kraftfahrbundesamtes 5. Strafrechtliche Produktverantwortung 6. Versicherbarkeit: Produkthaftpflicht, Rückrufkosten und Erprobungsklausel 7. Maßnahmen zur Risikominimierung: Qualitätsmanagementsystem, Wareneingangs-/ausgangsprüfung, Complaint Handling und Marktbeobachtung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: Die Veranstaltung soll bei den Studierenden ein Grundverständnis für juristische Rahmenbedingungen schaffen und gleichzeitig einen Bogen zu bekannten Inhalten aus dem Studium wie Konstruktion und Entwurf, Qualitäts- und Risikomanagement oder auch das Complaint Handling schlagen, die jeweils auch rechtliche Bedeutung haben. Nicht fachbezogene Lernziele: Die Studierenden erarbeiten die Hausaufgaben in Kleingruppen und stellen ihre wesentlichen Ergebnisse in einem Vortrag vor. Daher stärkt das Seminar ihre Erfahrungen mit Teamarbeit sowie ihre Präsentationsfähigkeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Folien und Skript (über L2P) • Weiterführend: Frenz, Müggenborg: Recht für Ingenieure. Springer, 2008
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Note setzt sich zu gleichen Teilen aus einer schriftlichen Hausaufgabe (40%) sowie einer mündlichen Prüfung (40%) zusammen. Die wesentlichen Ergebnisse der schriftlichen Hausaufgaben werden weiterhin in Form eines 45-minütigen Vortrags abgefragt (20%).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	2

Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	30,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündliche Prüfung Qualität und Recht (401166101)	1. Semester	2. Semester	2	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Qualität und Recht	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Molecular Mechanics and Multiscale Modelling of Materials (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011511
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Lectures: Introduction to multi-scale modelling Molecular dynamics - Theoretical background of molecular dynamics - Force-probe molecular dynamics simulations - Compute mechanical properties at molecular level Phase field modelling (finite element modelling) - Theoretical background - Reproduce molecular mechanical properties - Validations Multi-scale modelling - Scale bridging - Bottom-up approach - Applications, e.g., spider silk, nacre Exercises: - Molecular dynamics simulations - Force-probe molecular dynamics simulations - Compute mechanical properties at molecular level, e.g., Young's modulus - Finite element simulations based on force-probe molecular dynamics simulations - Validations - Analysis of multi-phasic materials
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Molecular Mechanics and Multi-scale Modelling The need for multi-scale modelling comes usually from the fact that the available macro-scale models are not accurate enough, and the micro-scale models are not efficient enough and/or offer too much information. By combining both viewpoints, one hopes to arrive at a reasonable compromise between accuracy and efficiency. Multiscale models allow us to formulate models that couple together models at different scales. Overall goal: Students are able to bridge the wide range of time and length scales of methods that are inherent in a number of essential phenomena and processes in materials science and engineering. After successfully completing this course, the students will have acquired the following learning outcomes: Knowledge / Understanding - understand the theoretical background of both methods, molecular dynamics and continuum mechanics - are able to compute mechanical properties at molecular level - reproduce molecular material behaviour at macroscopic level - perform multi-scale modelling of hierarchical bio-materials - modelling of fracture at atomistic scale Fertigkeiten und Kompetenzen: Abilities / Skills: - able to deal with molecular dynamics simulations at nano-scale level - perform FEM simulations at macro-scale by using nano-scale mechanical properties - able to perform bottom-up approach in efficient way - knowledge of fracture at nano-scale as well as macro-scale Competence:

	- able to deal with interdisciplinary field problems, e. g., nano-scale MD simulations and macro-scale FEM simulations - use the knowledge to explore naturally available hierarchical materials, which outperform artificial materials in terms of mechanical properties - apply contents of the lecture to natural as well as artificial materials
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: · Kontinuumsmechanik (Continuum Mechanics)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Kontinuumsmechanik (Continuum Mechanics)
Literatur	Rapaport, D. C. The art of molecular dynamics simulation Cambridge University Press, 2004 Frenkel, D. &; Smit., B. Understanding molecular simulation: from algorithms to applications Computational science. Academic Press, 2002 Haupt, P. Continuum Mechanics and Theory of Materials Springer-Verlag, Berlin, 2000 Empfohlene weiterführende Literatur: Allen, M. P. &; Tildesley, D. J. Computer simulation of liquids Clarendon Press, Oxford, 1987 Chadwick, P. Continuum mechanics: Concise theory and problems Courier Dover Publications, 1999
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche oder mündliche Prüfung (abhängig von der Teilnehmerzahl)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Molecular Mechanics and Multiscale Modelling (401151101)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Molecular Mechanics and Multi-scale Modelling	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Molecular Mechanics and Multi-scale Modelling	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Mikrofluidik und Einzelzell-Analyse in der Biotechnologie (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011677
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Zellen sind sowohl in der Natur, als auch in biologisch-technischen Kulturen, oft hohen Schwankungen der lokalen Umgebungsparameter ausgesetzt. Zudem weisen selbst isogenetische Populationen oft eine deutliche Heterogenität mit unterschiedlichen Phänotypen auf, welche möglicherweise auch auf Wechselwirkung mit der Umgebung zurückzuführen sind, um z.B. ein Überleben der Population zu sichern oder eine spezialisierte Arbeitsteilung zu gewährleisten. Diese Phänomene lassen sich in konventionellen Kultivierungssystemen und durchschnittsbasierter Analytik nur unzureichend untersuchen und interessante Aspekte bleiben möglicherweise unentdeckt. Mit Hilfe von neuartigen mikrofluidischen Kultivierungssystemen können seit einigen Jahren Zellpopulationen in mikrotechnisch gefertigten, künstlichen Habitaten kultiviert und mittels vollautomatisierter Mikroskopie und einer anschließenden Bildanalyse, auf Einzelzellniveau untersucht werden. Dabei können erstmals auch dynamische Vorgänge einzelner Zellen unter exakt kontrollierbarer Umgebung analysiert werden.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehehn: Die Studierenden kennen die charakteristischen Merkmale von mikrofluidischen Kultivierungs- und Analysesystemen und können deren Einsatz hinsichtlich bestimmter Anwendungsgebiete in den Lebenswissenschaften und der Einzelzell-Analyse beurteilen. Fertigkeiten und Kompetenzen: Sie kennnen die physikalischen Grundlagen, gängigen Materialien, Funktionselemente und die jeweilig passenden Fertigungsprozesse, und können auf dieser Basis einfache Systeme auslegen. Zudem sind Sie mit den Grundlagen und Möglichkeiten der notwendigen Mikroskopie und Bildanalyse vertraut. Sonstiges (fakultativ): -
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzung: Bestandene Module Mathematische Grundlagen I-IV, Partielle Differentialgleichungen
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Schriftliche oder mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Professor als Juniorprofessor Dr. Dietrich Kohlheyer
ECTS Credits	3

Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Mikrofluidik und Einzelzell-Analyse in der Biotechnologie (401167701)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mikrofluidik und Einzelzell-Analyse in der Biotechnologie	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Serienentwicklung von Getrieben für PKW und leichte Nfz (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010866
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	In diesem Modul wird den Studierenden der Serienentwicklungs- und -fertigungsprozess von Fahrzeuggetrieben für Personenkraftwagen (Pkw) und leichte Nutzfahrzeuge (Nfz) vermittelt. Nach einer kurzen Einführung in die Thematik werden in den ersten Vorlesungseinheiten die heutzutage verbauten Typen von Fahrzeuggetrieben vorgestellt. Dabei wird neben der Funktionsweise auf die konstruktiven Besonderheiten sowie die Vor- und Nachteile der jeweiligen Konzepte eingegangen. Im Anschluss wird der Entwicklungsprozess von Fahrzeuggetrieben vom Konzept zur Serienreife detailliert beschrieben. In den folgenden Lehreinheiten wird auf die Auslegung und Konstruktion von Fahrzeuggetrieben detailliert eingegangen. Es werden die in Getrieben üblicherweise verwendeten Komponenten und Teilsysteme sowie deren Auslegungsmethoden vorgestellt. Am Beispiel des Doppelkupplungsgetriebes wird der Auslegungs- und Konstruktionsprozess unter besonderer Berücksichtigung moderner Entwicklungswerkzeuge und der Randbedingungen einer wirtschaftlichen Großserienfertigung behandelt. Weiterhin werden Themen wie Getriebekalibrierung, Getriebeerprobung und Getriebesteuerung als wesentliche Bestandteile einer Serienentwicklung beleuchtet. Abschließend wird die Rolle von Getrieben in Verbindung mit Hybridantrieben betrachtet. Dabei werden die technische Umsetzung verschiedener Konzepte vorgestellt sowie die besonderen Herausforderungen im Zuge der Hybridisierung hervorgehoben. Die Vorlesung endet mit einem Ausblick auf zukünftige Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte in der Fahrzeuggetriebetechnik. In der Vorlesung wird der Stoff in der Theorie mit Beispielen aus der Praxis eingeführt, der dann in der Übung mit Rechen- und Konstruktionsaufgaben nähergebracht und vertieft wird. Das Modul richtet sich insbesondere an Ingenieurinnen und Ingenieure des Maschinenbaus, die sich später in den Bereich Fahrzeugantriebsstrang oder Fahrzeuggetriebeentwicklung orientieren möchten. Ziel der Veranstaltung ist es daher das nötige Basiswissen für den Beruf zu vermitteln.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: - Kenntnis des Entwicklungsprozesses für Fahrzeuggetriebe in der Großserie - Kenntnis der für eine Serienentwicklung relevanten Auslegungsverfahren für Fahrzeuggetriebe unter Berücksichtigung moderner Entwicklungswerkzeuge - Kenntnis der konstruktiven Gestaltung von Fahrzeuggetrieben unter Berücksichtigung der Einflüsse und Anforderungen aus der Serienfertigung - Kenntnis des Produktionsprozesses von Getrieben in der Großserie (Komponentenfertigung, Montage, End-of-Line-Inbetriebnahme) - Kenntnis der Funktionsweise und der technischen Umsetzung der verschiedenen, aktuell relevanten Typen von Fahrzeuggetrieben inklusive Hybridisierung - Wissen über zukünftige Anforderungen und Herausforderungen in der Getriebeentwicklung Fertigkeiten und Kompetenzen - Umgang mit komplexen mechanischen Systemen - Kenntnis der Prozesse im Rahmen einer Serienentwicklung/Serienproduktion
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	empfohlene Voraussetzungen: Bachelor Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen Fachrichtung Maschinenbau oder Computational Engineering Science
(empfohlene) Voraussetzungen	empfohlene Voraussetzungen:

	Bachelor Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen Fachrichtung Maschinenbau oder Computational Engineering Science
Literatur	Folien zur Vorlesung und Übung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note einer schriftlichen Prüfung oder einer mündlichen Prüfung (je nach Teilnehmerzahl).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Serienentwicklung von Getrieben für PKW und leichte Nfz (401086601)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Serienentwicklung von Getrieben für PKW und leichte Nfz	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Serienentwicklung von Getrieben für PKW und leichte Nfz	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Mechanics of Soft Engineering Materials: Rubbers, Textiles and Non-Crimp Fabrics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011569
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Chemical Structure and Composition of Elastomers: natural rubber, synthetic rubbers, rubber vulcanization • Mechanical Properties of Elastomers and their Phenomenological Models: non-linear stress-strain response, incompressibility or slight compressibility, experimental study and strength hypothesis, stress softening, Mullins effect, permanent set and induced anisotropy • Molecular-Statistical Basis of Rubber Elasticity: freely jointed chain model, freely rotating chain model, random walk theory, free energy of an ideal chain and affine network of ideal chains, finite extensibility of chains, Langevin model • Micro-Mechanics of Filled Elastomers: micro-mechanically based hyperelastic models, Mullins effect and permanent set, induced anisotropy and permanent set, hysteresis, strain induced crystallization • Mechanics of Textiles and Non-Crimp Fabrics: experimental characterization, draping properties, phenomenological models, modeling inelastic effect in textiles and non-crimp fabrics
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Understanding of chemical structure and composition of elastomers from the engineering point of view, their connection to mechanical properties, the role of fillers • Fundamentals of statistical mechanics in application to rubber networks • Experimental methods in application to rubber, textile composites and non-crimp fabrics • Learning how to model elastomers under large strains by taking into account their molecular structure • Learning how to model draping properties of textiles and non-crimp fabrics and how to predict their defects under large strains.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Recommended: "Continuum Mechanics "Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I
(empfohlene) Voraussetzungen	Required: - Recommended: • Continuum Mechanics • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I
Literatur	Lecture notes (script)
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The final mark is the mark of the oral exam.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov

ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Mechanics of Soft Engineering Materials (401156901)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Mechanics of Soft Engineering Materials	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Chemische Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012527
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Ideale Reaktoren mit Wärmetönung I • Stoffbilanz, Energiebilanz, RKD isotherm/adiabatisch • SRK isotherm/adiabatisch 2 • Ideale Reaktoren mit Wärmetönung II • RKK Wärmeerzeugungskurve, Wärmeabfuhrgerade, stabile Betriebspunkte, Hysterese • Reversible exotherme Reaktionen, optimale Temperaturführung 3 • Mikrokinetik chemischer Reaktionen • Homogen katalysierte Reaktionen • Heterogen katalysierte Reaktionen: Adsorption/Desorption, Katalytische Oberflächenreaktion, geschwindigkeitsbestimmender Teilschritt, Desaktivierung 4 • Kinetik von Stoff- und Wärmetransportvorgängen I • Molekulare Transportvorgänge • Modellierung (Ansatz nach Fick, Stefan-Maxwell) 5 • Kinetik von Stoff- und Wärmetransportvorgängen II • Diffusion in porösen Medien • (Molekular, Knudsen, Poiseuille) 6 • Kinetik von Stoff- und Wärmetransportvorgängen III • Transport an Phasengrenzflächen • Stofftransport ohne chem. Reaktion 7 • Zusammenwirken von chemischer Reaktion und Transportvorgängen – Makrokinetik I • Einfluss chemischer Reaktionen auf den Stofftransport • Gas/Feststoffreaktionen 8 • Zusammenwirken von chemischer Reaktion und Transportvorgängen – Makrokinetik II • Heterogen katalysierte Gasreaktionen: Äußere Transportvorgänge, Innere Transportvorgänge und chem. Reaktion 9 • Zusammenwirken von chemischer Reaktion und Transportvorgängen – Makrokinetik III • Flüssig/Flüssig-Reaktionen 10 • Modellierung chemischer Reaktoren I • Mischen und chemische Reaktion: Verweilzeitmodellierung (Dispersionsmodell) • Makro-, Meso-, Mikromischung, Einfluss früher und später Vermischung

	11 • Modellierung chemischer Reaktoren II • Reaktoren für heterogene Reaktionen: Fest-flüssig, Fest-gasförmig 12 • Neue Technologien I • Membranreaktoren • Mikroreaktoren 13 • Neue Technologien II • Brennstoffzelle und Reformierung • Heterogene Reaktionen im Umweltschutz 14 • Gruppenprojekt 1 • Auslegung eines Festbettreaktors für heterogen katalysierte Gasphasenreaktionen • Literaturquellen für Stoffdaten 15 • Gruppenprojekt 2 • Modellierung von Wärme- und Stofftransport sowie des Druckverlustes • Auslegung und Präsentation
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Durch die in der Vorlesung vermittelten Inhalte und insbesondere eigenständige Berechnungen und aktive Beteiligung in den Übungen und einem Gruppenprojekt (innerhalb der Übungen) zur Auslegung eines Reaktors zur heterogen katalysierten Gasphasenreaktion • sind die Studierenden mit den Berechnungsgrundlagen zur Auslegung idealer Reaktoren mit Wärmetönung vertraut; • kennen sie wesentliche Stofftransportvorgänge sowie deren Einfluss auf chemische Reaktionen und können diese modellieren; • können die Studierenden mit Hilfe von Modellierungsansätzen das Verhalten realer Reaktoren beschreiben; • lernen sie neue Reaktor- und Verfahrenstechnologien der chemischen Verfahrenstechnik kennen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.) • Durch ein Gruppenprojekt innerhalb der Übung stärken die Studierenden ihre Teamfähigkeit • Sie schulen ihre Präsentationsfähigkeiten im Rahmen der gemeinsamen Ergebnispräsentation
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Reaktionstechnik " Grundoperationen der Verfahrenstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Reaktionstechnik • Grundoperationen der Verfahrenstechnik
Literatur	Baerns,Hofmann,Renken: Chemische Reaktionstechnik, Lehrbuch der technischen Chemie 1, Wiley-VCH; 3. Auflage (1999)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modellierungsteamverantwortlicher: Philipp Friedl M. A. Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Chemische Verfahrenstechnik (401252701)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Chemische Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Chemische Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Turbulent Flows (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011728
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Introduction to Turbulence, Equatations of Fluid Motion 2. Statistical Description of Turbulence, mean Flow Equatations 3. Turbulent Round Jet, Turbulent Kinetic Energy 4. Mixing Layer, Homogeneous Shear Flow, Grid Turbulence, Intermittency 5. Energy Cascade, Kolmogorov Hypotheses, Energy Transfer 6. Velocity Spectra, Kolmogorov Spectrum 7. Channel Flow 8. Boundary Layer, Coherent Structures 9. Turbulent Viscosity Models 10. Large-Eddy-Simulation
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Turbulence is different from the courses you have taken so far. Here, equations will be important, but much of the theory is based on scaling arguments. The comprehension of dimensional analysis and scales will be important. The objective of the course is to provide the theory and knowledge for understanding, for example, of publications and seminar talks on the subject, and to serve as a basis for making a contribution to the field.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I " Strömungsmechanik II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: - Strömungsmechanik I - Strömungsmechanik II
Literatur	Pope: Tubulent Flows, Cambridge University Press, 2000
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Heinz Pitsch
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Turbulent Flows (401172801)	1. Semester	2. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Turbulent Flows	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Turbulent Flows	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Feuerungstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4016079
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 Einleitung 2 Grundlagen der Verbrennung • 2.1 Energievorräte und Energieverbrauch • 2.2 Charakterisierung der Brennstoffe • 2.3 Verbrennungsrechnung • 2.4 Energiebilanz am Wärme- oder Dampferzeuger • 2.5 Verbrennungstemperatur • 2.5.1 Theoretische Verbrennungstemperatur • 2.5.2 Wirkliche Verbrennungstemperatur • 2.6 Wärme- und Stoffübertragung an Brennstofftropfen • 2.6.1 Stationäre Wärme- und Stoffübertragung • 2.6.2 Instationäre Verdunstung • 2.7 Verbrennung von festen Brennstoffen • 2.7.1 Pyrolyse • 2.7.2 Koksabbrand • 2.7.3 Koksabbrandzeiten • 2.8 Gasstrahlung • 2.8.1 Strahlungseigenschaften • 2.8.2 Strahlungsaustausch zwischen einem strahlenden Gas und Wänden • 2.8.3 Strahlungsaustausch zwischen nicht isothermen Gasgemischen und Wänden • 2.9 CFD (Computational Fluid Dynamics)- Methoden • 2.9.1 Charakterisierung von Strömungen in Brennkammern und Feuerräumen • 2.9.2 Vorgehen bei der Modellierung von Strömungsproblemen • 2.9.3 Wechselwirkung zwischen den physikalischen Teilvorgängen • 2.9.4 Mathematische Modelle zur Beschreibung der Gasphase • 2.9.5 Numerische Methoden zur Lösung der Erhaltungsgleichungen • 2.9.6 Modellierung von Tropfen- und Partikelverbrennung 3 Schadstoffbildung bei der Verbrennung • 3.1 Kohlenstoffmonoxid CO • 3.2 Schwefeloxide SOx • 3.3 Stickstoffoxide NOx • 3.3.1 Thermische NOx-Bildung • 3.3.2 Bildung von Brennstoff-NOx • 3.3.3 Maßnahmen zur Reduktion von NOx 4 Verbrennungssysteme und ausgeführte Anlagen • 4.1 Rostverbrennung • 4.2 Gas-, Öl- und Kohlebrenner • 4.3 Wirbelschichtfeuerungen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die Funktionsweise und Auslegungsmethoden von Feuerungsanlagen im Bereich der Heizungs- und Kraftwerkstechnik. • Sie sind zur eigenständigen Berechnung und Auslegung genannter Apparate in der Lage. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

	• keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Thermodynamik • Wärme- und Stoffübertragung I • Strömungsmechanik I • Technische Verbrennung I
Literatur	Skript Feuerungstechnik
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modellierungsteamverantwortlicher: Michael Sauer B. Sc. Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Reinhold Kneer
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Feuerungstechnik (401607901)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Feuerungstechnik	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turbomaschinen und Strahlantrieben I (NIST I) (Wahlpflichtfach)
Kennung	4016378
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Turbomaschinen spielen in weiten Teilen unseres Lebens eine bedeutende Rolle. Sie sind Antriebe nahezu aller modernen Flugzeuge, werden im Bereich der Stromerzeugung eingesetzt oder sind wichtiger Bestandteil in Anlagen der Prozessindustrie. Dabei werden immer höhere Anforderungen in Bezug auf Effizienz, Emissionen und Leistungsfähigkeit gestellt. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können ist ein tiefes Verständnis der Thermodynamik, Aerodynamik und Strukturmechanik von Turbomaschinen erforderlich. Heutige Turbomaschinen haben einen technologisch derart hohen Stand erreicht, dass Verbesserungen hinsichtlich des Wirkungsgrades nur noch unter Einsatz hochwertiger Berechnungsverfahren erzielt werden können. Aufgrund der Komplexität des mathematischen Modells stellen die verfügbaren und in Entwicklung befindlichen Lösungsmethoden hohe Anforderungen an die Kenntnisse des Ingenieurs sowohl hinsichtlich der Analysis als auch bezüglich der Numerik. Daher ist es das Ziel der Lehrveranstaltung „Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turboarbeitsmaschinen und ;Strahlantrieben“ dem Ingenieur die zum Verständnis und zur Entwicklung numerischer Lösungsverfahren erforderlichen mathematischen Grundlagen zur Verfügung zu stellen. Die Vorlesung beginnt mit einer Wiederholung der Herleitung der Erhaltungsgleichungen der Fluiddynamik. Mit den bekannten Grundlagen wird das mathematische Modell auf die Besonderheiten des für Turbomaschinen einzuführenden rotierenden Bezugssystems ausgedehnt und hinsichtlich möglicher und sinnvoller Vereinfachungen analysiert. Die zunächst gewählte Vektorform der Erhaltungsgleichungen ist numerischen Lösungsverfahren jedoch nicht ohne Weiteres zugänglich. Unabhängig von der gewählten diskreten Lösungsmethode zeigt sich, dass die Tensorrechnung für die Entwicklung von Lösungsverfahren als unverzichtbare Basis anzusehen ist. Es werden dem Ingenieur alle erforderlichen Beziehungen und Regeln zur Verfügung gestellt, die im Umgang mit den Erhaltungsgleichungen der Strömungsmechanik und ihren Anwendungen von Interesse sind. Die Breite des Fachgebietes schließt im Rahmen eines Semesters eine umfassende Behandlung der Lösungsmethoden aus. Daher konzentriert sich die Veranstaltung auf einen Finite–Volumen–Ansatz, der heute als Stand–der–Technik in kommerziellen und wissenschaftlichen Programmen angesehen werden kann. Mit der Beschränkung ist es einerseits möglich, die Methodik mit der erforderlichen Tiefe zu behandeln, andererseits werden die wichtigsten Grundlagen vermittelt, die zur Einarbeitung in weiterführende Modelle sowie alternative diskrete Methoden notwendig sind.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die in der Luftfahrtantriebsindustrie verwendeten Techniken und Technologien in Bezug auf die Wertschöpfungskette der Triebwerksindustrie Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sollen in den Übungseinheiten die Fähigkeit entwickeln, Probleme eigenständig zu erkennen, zu formulieren und geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Thermodynamik • Strömungsmechanik • Grundlagen der Turbomaschinen

Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Dr.-Ing. Hannes Benetschik Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turbomaschinen und Strahlantrieben I (401637801)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turbomaschinen und Strahlantrieben I	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turbomaschinen und Strahlantrieben I	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Höhere Regelungstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012306
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Auslegung von Reglern mittels der Verfahren Betragsoptimum und Symmetrisches Optimum 2 • Einführung in die Wurzelortskurve • Auslegung von Reglern mittels der Wurzelortskurve 3 • Regelkreise mit nichtlinearen Reglern • Beschreibungsfunktion 4 • Z-Transformation • Lineare zeitdiskrete Übertragungssysteme 5 • Entwurf zeitdiskreter Steuerungen und Regelungen • Regler mit endlicher Einstellzeit 6 • Polplatzierung durch Zustandsrückführung 7 • Optimale Zustandsregelung 8 • Zustandsbeobachtung 9 • Modellgestützte Prädiktive Regelung 10 • Modellgestützte Prädiktive Regelung 11 • Robuste Regelung linearer Systeme • Parameterraumverfahren 12 • Stabilitätsanalyse nichtlinearer Systeme • Flachheit • Flachheitsbasierte Vorsteuerung 13 • Robuste Regelung nichtlinearer Systeme • Sliding Mode Control
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung können die Studierenden weiterführende Verfahren zur Synthese von Reglern für nichtlineare und lineare Strecken anwenden • Die Studierenden sind in der Lage, Verfahren im Frequenzbereich und im Zeitbereich anzuwenden • Sie kennen Regelungsmethoden, die auf einer zeitkontinuierlichen sowie auch einer zeitdiskreten Modelldarstellung basieren • Die Studierenden können Kriterien für den geschlossenen Regelkreis formulieren und sind in der Lage, entsprechend der gestellten Anforderungen adäquate Regelverfahren anzuwenden • Um weiterführenden Kriterien Rechnung zu tragen, erhalten die Teilnehmer zudem Einblick in moderne bzw. aktuell weiter entwickelte Verfahren wie z.B. Modellgestützte Prädiktive Regelung, Verfahren der Robusten Regelung oder Sliding Mode Control • Durch viele Beispiele in Vorlesung und insbesondere Übung können die Studierenden die vorgestellten Verfahren der Regelungstechnik auf praktische Aufgabenstellungen anwenden Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Vorlesung Mess- und Regelungstechnik
Literatur	• D. Abel: Regelungstechnik (Umdruck zur Vorlesung)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Note ergibt sich entweder zu 100% aus der Note der mündlichen Prüfung oder aus der Note der schriftlichen Klausur. Im Falle einer schriftlichen Prüfung können Bonuspunkte über E-Tests erzielt werden, welche nur im Falle eines Bestehens der Klausur ohne Bonuspunkte angerechnet werden. Die Bonuspunkte bleiben bestehen, bis diese erneut erworben werden können.

	Erreicht der/die Studierende mehr als die Hälfte der insgesamt erreichbaren Bonuspunkte, so erhält er auf die Note der mündlichen Prüfung eine Verbesserung von einem Notenschritt.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dirk Abel
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Höhere Regelungstechnik (401230601)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Höhere Regelungstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Höhere Regelungstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Rapid Control Prototyping (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011549
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Systembegriff • Mathematische Grundlagen für die Darstellung linearer Systeme inklusive Zustandsraumdarstellung • Definition kontinuierlicher bzw. ereignisdiskreter Systeme 2 • Einführung in die Regelungstechnik • Laplace-Transformation • Frequenzgang und Darstellung von Frequenzgängen • Lineare Regelkreisglieder • Z-Transformation 3 • Einführung in die physikalische Modellbildung • Aufstellen von Differentialgleichungen für dynamische Systeme • Aufstellen von Wirkungsplänen linearer Systeme 4 • Einführung in Matlab/Simulink • Grundlagen in Matlab • Grundlagen in Simulink 5 • Ereignisdiskrete Modellbildung • Eigenschaften von Beschreibungsmitteln • Einführung in Graphentheorie, Statecharts und Petri-Netze 6 • Einführung in die Identifikation dynamischer Systeme • Nichtparametrische Identifikationsverfahren • Korrelationsverfahren • Fourier-Transformation und Fast Fourier-Transformation 7 • Parametrische Identifikationsverfahren • Nichtrekursive Parameterschätzung • Rekursive Parameterschätzung 8 • Identifikation mittels der Gewichtsfolgenschätzung • Identifikation von nichtlinearen Prozessen • Shannon-Theorem 9 • Grundzüge des Regelungsentwurfs • Grundlagen des Regelkreises • Einführung in verschiedene Entwurfsverfahren für Regelkreisstruktur, Reglerstruktur und Reglerparameter

	10 • Grundzüge des Steuerungsentwurfs • Begriffsdefinitionen für Steuerungen • Entwurfsverfahren für diskrete Steuerungen 11 • Kontinuierliche und diskrete Simulation • Verfahren nach Euler, Heun und Runge-Kutta • Diskrete und hybride Simulation mit Stateflow 12 • Einführung in die objektorientierte Modellierung mit Modelica/Dymola • Grundzüge der Modellierungssprache Modelica • Modellierung eines Dreitankmodells in Dymola 13 • Rapid Control Prototyping • Anforderungen an ein RCP-System • Entwicklungsphasen (Software-in-the-loop, Hardware-in-the-loop) • Codegenerierung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die wesentlichen Schritte des Rapid Control Prototypings (RCP) selbständig zu unterscheiden und anzuwenden. • Sie kennen die wesentlichen Beschreibungsmittel für lineare Regelkreisglieder wie z.B. Frequenzgang sowie Zustandsraumdarstellung und können diese in der Praxis anwenden. • Die Studierenden können kontinuierliche bzw. ereignisdiskrete Prozesse beurteilen und diese mit Hilfe der physikalischen oder experimentellen Prozessanalyse bzw. den Mitteln der ereignisdiskreten Modellbildung untersuchen. • Aufbauend auf den ermittelten Systembeschreibungen können die Studierenden geeignete Regelverfahren auswählen sowie die erforderlichen Reglerparameter für P-, PD-, bzw. PID-Regler bestimmen und somit eine einschleifige Regelung für das System entwerfen. • Die Studierenden sind in der Lage, die wesentlichen Simulationsverfahren sowohl für die kontinuierliche als auch für die ereignisdiskrete Simulation zusammenzufassen und anzuwenden. Die Grundlagen der hybriden Simulation sind ihnen bekannt. • Die Unterschiede zwischen dem objektorientierten Ansatz der Modellierungssprache Modelica und dem signalorientierten Ansatz in Simulink sind den Studierenden bekannt. Sie sind in der Lage, mit Hilfe des Simulationstools Dymola Systeme auf Basis der objektorientierten physikalischen Modellbildung zu simulieren. • Die für das RCP typischen Begriffe Software-in-the-Loop und Hardware-in-the-Loop können von den Studierenden unterschieden werden. Weiterhin sind ihnen die Entwicklungsphasen sowie die Code-Generierung als wesentlicher Bestandteil des RCP bekannt. Typische Hard- und Software für das RCP können von den Studierenden benannt werden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können während der Übung die Inhalte der Vorlesung an praxisorientierten Beispielen in Gruppen von maximal 3 Studierenden an einem PC vertiefen, so dass Teamarbeit gefördert wird.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• D. Abel; A. Bollig: Rapid Control Prototyping; Springer Verlag, ISBN: 3-540-29524-0 • D. Abel: Regelungstechnik (Umdruck zur Vorlesung)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Note ergibt sich entweder zu 100% aus der Note der mündlichen Prü;fung (15 min) oder aus der Note der Klausur (60min). Die Klausur kann dabei entweder schriftlich oder elektronisch erfolgen.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dirk Abel
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Rapid Control Prototyping (401154901)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Rapid Control Prototyping	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Rapid Control Prototyping	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Luftfahrtantriebe I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013365
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Moderne Luftfahrtantriebe spielen im weltweiten Personen- und Warenverkehr eine bedeutende Rolle. Flugzeuge sind fester Bestandteil unserer modernen Infrastruktur und benötigen für einen profitablen Einsatz hoch effiziente und leistungsstarke Triebwerke. Um diese Anforderungen erfüllen zu können, ist ein tiefes Verständnis der Aero- und Thermodynamik in den unterschiedlichen Luftfahrtantrieben erforderlich. Die Vorlesung Luftfahrtantriebe I gibt einen ersten Einblick in das Thema Luftfahrtantriebe. Im Fokus stehen die grundlegende Funktionsweise und der Aufbau des Einwellen-Turbinen-Luftstrahl-Triebwerks und seiner Komponenten. Durch den analytischen Charakter der Vorlesung werden die physikalischen Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Triebwerkskomponenten nachvollziehbar aufgezeigt und die wichtigsten Parameter der Triebwerksauslegung und Triebwerksnachrechnung abgeleitet. Dabei kommen vereinfachte analytische Berechnungsmethoden zum Einsatz um für das Triebwerk wichtige Zielgrößen, wie den Schub oder den spezifischen Brennstoffverbrauch in erster Größenordnung zu bestimmen. Neben den analytischen Methoden werden auch numerische Rechenmethoden vorgestellt, wie sie aktuell in der Industrie Anwendung finden. Im Rahmen der Vorlesung werden Sie sich zudem erste Fähigkeiten im Umgang mit der gängigen Gasturbinen Performance Software GasTurb aneignen.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen den Aufbau und die Funktionsweise von Fluggasturbinen • Sie sind in der Lage die aerothermodynamischen Gleichungen für Prozessberechnungen anzuwenden • Sie kennen die Aufgabe und Funktion der einzelnen Triebwerkskomponenten • Die Studierenden können das Betriebsverhalten von Flugtriebwerken anhand der Kennfelder erklären • Sie sind in der Lage, Schub und Brennstoffverbrauch zu ermitteln und zu analysieren Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren. • Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Thermodynamik • Strömungsmechanik • Grundlagen der Turbomaschinen
Literatur	• Koschel, W. und Niehuis, R.: Luftfahrtantriebe, Vorlesungsumdruck • Münzberg, H.G.: Flugantriebe, Springer Verlag Berlin 1972
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur Bonuspunktesystem: Durch erfolgreiches Bearbeiten der elektronischen Prüfungen können bis zu 10% Bonuspunkte bezogen auf die reguläre Klausur erreicht werden. Auch ohne diese Bonuspunkte können in der regulären Klausur 100 % der Punkte erreicht werden. Die Notenverteilung wird ausschließlich anhand der Ergebnisse aus der regulären Klausur festgelegt. Hat ein Studierender auf Basis dieser Notenverteilung die Klausur mit mindestens 4.0 bestanden, so werden ihm seine in den elektronischen Prüfungen erreichten Bonuspunkte angerechnet. Aus der Summe der Klausur- und Bonuspunkte ergibt sich nach der zuvor festgelegten Notenverteilung die Endnote. Jeder Studierende hat auch ohne Teilnahme an den elektronischen Prüfungen die Möglichkeit, das Modul mit einer 1.0 abzuschließen. Die Bonuspunkte gelten für das Semester, in dem die Zwischenprüfung durchgeführt wurde und das darauffolgende Semester. Im Semester, in dem die Zwischenprüfung angeboten wird, verfallen Bonuspunkte aus dem vorherigen Jahr.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Luftfahrtantriebe I (401336501)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Luftfahrtantriebe I	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Luftfahrtantriebe I	2. Semester	1. Semester	-	2
Bonuspunkteprüfung Luftfahrtantriebe I	2. Semester	1. Semester	-	0

Modultitel	Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014404
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Grundlegende Prinzipien von Modellierung und Simulation 2. Welche Modelle und Simulationen sind in der Technik von Bedeutung? 3. Physikalische Modellierung (Strömungsmodellierung, Wärmeübertragungsmodellierung, Strukturmechanik, etc.) 4. Fallstudien, Beispiele aus der aktuellen Forschung aus der Kunststofftechnik und Textiltechnik 5. Anwendungstechnik (z.B. Werkzeugtemperierung, Reduzierung der Maschinenstillstände) 6. Optimierung und Optimierungsstrategien in der Modellierung und Simulation
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Modellierung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik vertraut. • Sie kennen die relevanten physikalischen Modelle zur Beschreibung kunststoff- und textiltechnischer Modelle und können sie auf konkrete Fragestellungen anwenden. • Die Studierenden sind in der Lage mit physikalischen Modellen zu beschreibende kunststoff- und textiltechnische Prozesse mit Hilfe numerischer Methoden zu simulieren. • Die Studierenden sind in der Lage die gewonnenen Erkenntnisse auf konkrete Fragestellungen aus dem Bereich der kunststoff- und textiltechnischen Prozesse, Verfahren und Maschinen anzuwenden und diese gezielt zu optimieren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Durch die praktischen Kleingruppenübungen am Rechner lernen die Studierenden, im Team Problemstellungen selbstständig und unter Anleitung zu lösen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Programmierkenntnisse
Literatur	• Vorlesungsumdruck (erhältlich am ITA und IKV), zahlreiche Abbildungen • Online-Vorlesung auf der Homepage des ITA
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Bonuspunkte für Hausaufgaben: Durch das erfolgreiche Bearbeiten der drei (bzw. vier) vom IKV ausgegebenen Übungsaufgaben können je 2 (bzw. 1,5) Bonuspunkte (in Summe 6 P, also 5% der Klausurpunkte) erlangt werden. Die Punkte werden nur auf die beiden unmittelbar auf den Veranstaltungszyklus folgenden Klausuren angerechnet. Benotung: Note der Klausur (zzgl. Bonuspunkte). Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist durch Bonuspunkte NICHT möglich.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr.-Ing. Dieter Veit Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christian Hopmann

ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik (401440401)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Machine Dynamics of Rigid Systems (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017428
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. introduction / basic principles / planar kinematics and dynamics of rigid bodies 2. dynamic force analysis of planar mechanisms with rigid links: graphical technique / analytical approach 3. dynamic motion analysis of planar mechanisms with rigid links (neglecting friction) 4. kinematics and dynamics in single slider reciprocating machines: dynamically equivalent system of connecting rod / determination of frame torque 5. mass balancing for single slider reciprocating machines: determination / balancing of inertia forces &; determination / balancing of inertial moments 6. mass balancing for multi slider reciprocating machines: determination (incl. graphical approach) / balancing of inertia forces &; determination / balancing of inertial moments 7. introduction into power smoothing in mechanisms and slider reciprocating machines 8. equations of motion: external forces and moments / kinetic energy / potential energy 9. solution of equation of motion: general / for constant mass moment of inertia / for constant angular velocity / for specified instantaneous speed and acceleration / for constant energy 10. fluctuation of angular velocity / non uniformity factor 11. influence of flywheel on angular velocity &; analytical / approximative calculation of flywheel
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: The students know the fundamental means for mass balancing and power smoothing of single slider reciprocating machines and other general mechanical systems. The students have the ability to explain and derive the mass forces and mass moments of single and multi slider reciprocating machines. The students know about the basic relations, resulting in fluctuating angular velocities due to varying mass moments of inertia and varying loads as reduced to a reference shaft. The relations can be derived and explained. Fertigkeiten und Kompetenzen: The influencing factors for fluctuating speeds in single and multi slider reciprocating machines can be described. Based on that potential means for power smoothing can be derived. Students have the ability to derive the required kinematic and dynamic relations for the machines and mechanisms under investigation. Moreover, balancing of machines and mechanisms with high mass forces can be performed, including design issues and mathematical derivations. From the dynamic analyses, students learn to develop practical and innovative instructions for mass balancing and power smoothing. To sum up, student gain fundamental knowledge that can be applied to related industrial challenges (including special machine construction and specifications) in the field of design improvement by means of mass balancing and power smoothing.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Mechanics I, II, III • Mathematics I, II, III und numerical Mathematics
Literatur	Veranstaltungsliteratur:

	• Lecture notes "Maschine Dynamics of Rigid Systems" • Lecture slides Empfohlene weiterführende Literatur: Dresig, H.; Holzweißig, F.: Maschinendynamik / VDI-Richtlinie 2149: Getriebedynamik (Fachausschuss A204, Ltng. Prof. Dresig) Blatt 1: Starrkörper-Mechanismen / Dresig, H.: Schwingungen mechanischer Antriebssysteme / Gasch, R.; Nordemann, R.; Pfützner, H.: Rotordynamik / Pfeiffer, F.: Einführung in die Dynamik / Magnus, K.; Popp, K.: Schwingungen / Heimann, B.; Gerth, W.; Popp, K.: Mechatronik / Ulbrich, H: Maschinendynamik
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The final grade results from the oral exam, the written exam or the e-test, whichever applies.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: apl. Professor Dr.-Ing. Mathias Hüsing
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Machine Dynamics of Rigid Systems (401742801)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exercise Machine Dynamics of Rigid Systems	2. Semester	1. Semester	-	2
Lecture Machine Dynamics of Rigid Systems	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Advanced Software Engineering (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011680
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung in das Software Engineering 2. Einführung in das Programmieren 3. Lebenszyklus der Software-Entwicklung 4. Anforderungserhebung 5. Analyse-Phase 6. Entwurfsphase 7. Entwurfsmuster 8. Implementierungsphase 9. Test-Phase 10. Management von Software-Projekten 11. Agile Software-Entwicklung 12. Agile Methoden 13. Besuch der Labore des IMA/ZLW & IfU
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die verschiedenen Modelle zur Softwareentwicklung und können diese auf konkrete Fragestellungen übertragen. • Sie verstehen, zu welchem Zweck, unter welchen Bedingungen und mit welchen Folgen Computersysteme eingesetzt werden, um Probleme im Bereich des Maschinenwesens zu lösen. • Die Studierenden haben die Fähigkeit, die erlangten Kenntnisse zur objekt-orientierten Programmierung auf verschiedene maschinenwesen-bezogene Probleme zu übertragen. • Sie verstehen die generelle Struktur und Funktionalität von Software. • Die Studierenden haben einen Überblick über die wichtigsten Werkzeuge und theoretischen Grundlagen der Softwareentwicklung, der insbesondere bei interdisziplinären Projekten angewandt werden kann, die Softwareentwicklung einbeziehen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Probleme zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten. • Ferner trägt die Simulation eines kleinen Projektes bzw. speziell die Planungs- und Designphase dazu bei, abstraktes Denken zu fördern. • Die Ergebnisse der Kleingruppen werden von den Studierenden im Rahmen der Übung vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern. Durch die Kleingruppenarbeit in den Übungen werden kollektive Lernprozesse gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...) • Grundkenntnisse in einer Programmiersprache (z.B. C, C++)

Literatur	• Bruegge, B.; Dutoit, A. (2009): Object-Oriented Software Engineering Using UML, Patterns and Java. Boston: Pearson. • Sommerville, I. (2010): Software engineering. Boston: Pearson
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche oder eine schriftliche ;Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dipl.-Inform ;Daniel Lütticke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Advanced Software Engineering (401168001)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Advanced Software Engineering	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Advanced Software Engineering	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie (Wahlpflichtfach)
Kennung	1618278
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: Begriffe, Definitionen, Geschichte 2 • Einteilung von Schadstoffen 3 • Umweltmedien: Boden, Wasser, Luft 4 • Umweltrelevante organische Fremdstoffe 5 • Umweltrelevante anorganische Schadstoffe 6 • Abiotische Transformationsprozesse 7 • Umweltanalytik 8 • Bioverfügbarkeit, Aufnahme von Schadstoffen 9 • Toxikokinetik, Bioakkumulation 10 • Akute Toxizität 11 • Biotische Transformationsprozesse 12 • Mechanismus spezifische Toxizität 13 • Indirekte Effekte auf Ökosysteme; Risikoanalyse und -bewertung 14 • Profil Institut für Umweltforschung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben Kenntnisse und Methodenwissen, um Umweltchemikalien in verschiedenen Matrizes und deren ökotoxische Effekte auf Organismen, Populationen und Ökosysteme zu analysieren und zu bewerten. • Insbesondere kennen sie den „Boden“ als komplexes Ökosystem und haben Einblicke in die vielfältigen biotischen und abiotischen Wechselwirkungen gewonnen.

	• Außerdem kennen die Studierenden wichtige Methoden der Umweltanalytik und des Biotesting. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine Die gelehrten Inhalte dieses Moduls gehen, ebenso wie die zu vermittelnden Kompetenzen, über das Niveau eines Bachelormoduls hinaus. Aufbauend auf den Inhalten des Bachelors werden hier tiefergehende Inhalte / Kompetenzen auf Masterniveau erworben.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, &): Chemie für Verfahrenstechniker Chemisches Praktikum Vorlesung Ökologie
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Gisi et al. Bodenökologie, • Kuntze et al. Bodenkunde, • Scheffer/Schachtschabel Lehrbuch der Bodenkunde, • Thier/Frehse Rückstandsanalytik von Pflanzenschutzmitteln, • Otto Analytische Chemie, • Lewandowski Schadstoffe im Boden, • Bliefert Umweltchemie, • Fent: Ökotoxikologie; • Nentwig et al. Ökologie
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausurarbeit (oder mündliche Prüfung), Benotung: benotet, Gewichtung: 100 %
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Timur Toygar M. A.Modellierungsteamverantwortlicher: Dipl.-Verw. Wirtin (FH) Nina TheisModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Andreas Schäffer
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie (161827801)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Lasermesstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011691
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung in die Lasermesstechnik: Grundlagen, Anwendungen, Markt, Entwicklungstrends 2. Eigenschaften der Laserstrahlung: elektromagnetische Welle, Strahlparameter, Bestrahlungsstärke, Phase, Ausbreitung, Wellenlänge, Polarisation, Beugung, Kohärenz, Vergleich Laserstrahlung - thermisches Licht, Gaußscher Strahl 3. Wechselwirkung Laserstrahlung - Materie: Teilchencharakter, Reflexion, Brechung, Absorption; Lichtstreuung - Rayleigh, Mie, Raman; Frequenzverdopplung, Doppler-Effekt 4. Strahlformung und -führung: optische Elemente zur Strahlmodulation, Strahlablenkung und -teilung, Veränderung der Polarisation, Modulation der Intensität, Wellenlängenmodulation, Phasenschiebung, Ausbreitung Gaußscher Strahlen, optische Fasern 5. Detektion elektromagnetischer Strahlung: thermische Detektoren, photoelektrische Detektoren, Halbleiterdetektoren, ortsauflösende Detektoren, Messung von Detektorsignalen 6. Laser-Interferometrie: Grundlagen, Superpositionsprinzip und komplexe Schreibweise, Abstandsmessungen mit Laser-Interferometer, Polarisationsinterferometer, Doppelfrequenzinterferometer, Wellenlänge als Längenmaßstab, Messbereich und -genauigkeit, Winkelmessung, Geradheitsmessung, Twyman-Green-Interferometer, Anwendungsbeispiele 7. Holografische Interferometrie: Prinzip der Holografie und holografischen Interferometrie, Doppelbelichtungsverfahren, Echtzeitverfahren, Empfindlichkeitsvektor, Objekttranslation und -rotation, Phasenshiftverfahren, Messaufbau, Anwendungsbeispiele 8. Speckle-Messtechnik: Entstehung von Speckles, Speckle-Fotografie, abbildende Speckle-Fotografie, unfokussierte Speckle-Fotografie, Speckle-Interferometrie, Zeitmittelungsverfahren, Anwendungsbeispiele 9. Laser-Triangulation: Prinzip, Scheimpflug-Bedingung, Kennlinie eines Triangulationssensors, Einflussgrößen bei der Laser-Triangulation, Strahlverlauf, Eigenschaften der Objektoberfläche, Detektor und Signalauswertung, atmosphärische Einflüsse, Konturmessung, Anwendungsbeispiele 10. Laser-Doppler-Verfahren: Doppler-Effekt, Laser-Vibrometer, Laser-Doppler-Anemometer, Signalverarbeitung, Messbereich, Anwendungsbeispiele 11. Optische Kohärenztomographie (OCT): Time-Domain OCT, Fourier-Domain OCT, Signalauswertung, Auflösung und Messbereich, Anwendungsbeispiele 12. Laser-Spektroskopie I: Laser-Emissionsspektroskopie (LlBS), Verdampfung und Plasmabildung, zeitaufgelöste Spektroskopie, Spektrenauswertung, Messbereich, Anwendungsbeispiele 13. Laser-Spektroskopie II: Laser-induzierte Fluoreszenz (LIF), Light Detection and Ranging (LIDAR), differentielles Absorptions-LiDAR, Signalverarbeitung, Messbereich, Anwendungsbeispiele; Coherent Anti-Stokes Raman Spectroscopy (CARS), Messbereich, Anwendungsbeispiele 14. Laser, Laseranlagen, Begriffe, Sicherheit - Normen und Regelwerke
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studenten kennen die maßgeblichen Grundlagen für Lasermessverfahren: Eigenschaften der Laserstrahlung, Wechselwirkung Laserstrahlung mit Materie, Strahlformung und -führung sowie Detektion elektromagnetischer Strahlung. • Die Studenten können selbstständig Berechnungen zu Strahlformung, Interferenzerscheinungen, Beugungsphänomenen, Kohärenzeigenschaften, Reflexion und Brechung, Lichtstreuung, Polarisation, Ausbreitung Gaußscher Strahlen, optische Fasern, Detektion von Laserstrahlung sowie Sicherheit von Laserstrahlung durchführen. • Sie sind mit den Grundprinzipien und Eigenschaften der Lasermessverfahren vertraut: Interferometrie, Holografie, Speckle-Messtechnik, Laser-Triangulation, Laser-Dopplerverfahren, optische Kohärenztomographie, Laser-Spektroskopie. • Sie kennen die etablierten Einsatzgebiete und die Potentiale der Lasermesstechnik in der Produktionstechnik sowie in Forschung- und Entwicklung.

	Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studenten sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu erörtern und selbstständig zu lösen, diese Lösungen zu präsentieren und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Skript • A. Donges, R. Noll: Lasermesstechnik - Grundlagen und Anwendungen, Hüthig-Verlag (Neuauflage in engl. 2013, Springer-Verlag)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• 1 Klausur oder • 1 mündliche Prüfung Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder der Note der mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Reinhard Noll
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Lasermesstechnik (401169101)	1. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Lasermesstechnik	1. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Lasermesstechnik	1. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Wissenschaftstheorie und Forschungsmethodik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011660
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Einführung, Forschungsmethoden, Kreativitätstechniken, Modellbildung, Evaluation wissenschaftlicher Arbeiten, Validierung von Ergebnissen, Grundlagen der Statistik, Veröffentlichung von Forschungsergebnissen
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Somit kennen die Studierenden insbesondere • Wissenschaftliche Arbeitsweisen • Eigenschaften zur Klassifikation von wissenschaftlichen Methoden • Präsentations- und Veröffentlichungssystematiken Dadurch sind die Studierenden in der Lage, bekannte und neu erlernte Arbeitsmethoden zu klassifizieren und fähig, über das eigene wissenschaftliche Selbstverständnis zu reflektieren. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden können geeignete Methoden für Forschung und Entwicklung auswählen und ihre Eignung für komplexe Problemstellungen bewerten. Sie sind in der Lage, die ausgewählten Methoden in geeigneten Kontext zielführend anzuwenden. Die Studierenden können methodisch Ideen generieren und diese systematisch verarbeiten und sind in der Lage erarbeitete Modelle und Forschungsergebnisse strukturiert und wissenschaftlich darzulegen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Umdruck, Video
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt zu 2/3 aus einer Hausarbeit und zu 1/3 aus der Präsentation und Rückfragen (A) Die Präsentation wird zunächst mit Punkten bewertet. Dabei gelten folgende Entsprechungen: Die (Einzel-)Note 1,0 entspricht einer Punktzahl von 42 Punkten; bis einschließlich zur Note 4,0 entspricht die Verschlechterung der Note um einer Tendenz einer Abnahme der Punktzahl um 3 Punkte. (Beispiel: 1,7 ist um zwei Tendenzen schlechter als 1,0; subtrahiere von 42 also 2*3 Punkte und erhalte 36 Punkte.) Die Note 5,0 entspricht 0 Punkten. (B) Auch die Hausarbeit wird zunächst mit Punkten bewertet. Dabei gelten folgende Entsprechungen: Die (Einzel-)Note 1,0 entspricht einer Punktzahl von 84 Punkten; bis einschließlich zur Note 4,0 entspricht die Verschlechterung der Note um einer Tendenz einer Abnahme der Punktzahl um 6 Punkte. (Beispiel: 2,3 ist um vier Tendenzen schlechter als 1,0; subtrahiere von 84 also 4*6 Punkte und erhalte 60 Punkte.) Die Note 5,0 entspricht 0 Punkten.

	C) Durch einen freiwilligen Test können zusätzliche Punkte erarbeitet werden. Sind im Test 75% bis 89,99...% korrekt, erhält man 9 zusätzliche Punkte. Sind im Test 90% oder mehr korrekt, erhält man 18 zusätzliche Punkte. (D) Die Gesamtnote wird ermittelt, indem die Punkte unter (A) - (C) addiert und anschließend durch 3 dividiert werden. Daraus ergibt sich eine Punktzahl, die gemäß der folgenden Skala einer Note entspricht: 1,0: 40 oder mehr Punkte 1,3: 37-39 Punkte 1,7: 34-36 Punkte 2,0: 31-33 Punkte 2,3: 28-30 Punkte 2,7: 25-27 Punkte 3,0: 22-24 Punkte 3,3: 19-21 Punkte 3,7: 16-18 Punkte 4,0: 13-15 Punkte 5,0: 12 oder weniger Punkte
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Modultitel	Advanced Finite Element Methods for Engineers (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013866
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• General introduction, concept of the finite element method • Symbolic assembly procedure • Global and local coordinates • Stiffness matrix for trusses / coordinate transformation • Variational techniques • Solution of truss structures • Variational techniques, Euler-Lagrange equation • Natural and forced boundary conditions • Multiple integrals, Gauss-Theorem • Variations of elementary algebraic functions • Variational principle for linear self-adjoint diff. operators • Solution of some classical variational problems • Principle of virtual work as a weak form of the momentum balance, variational principles of mechanics (Lagrange, Hu-Washizu) • Differential equation of a linear elastic bar, analytic solution for various load cases • Rayleigh-Ritz method, weighted residual approximations, Point or subdomain collocation • Galerkin method, least-squares method, linear elastic bar approximated by a continuous shape function • Displacement formulation • Three-field (mixed) formulation • Examples to weighted residual approximations • Requirements to shape functions • Continuous shape functions, piecewise defined shape functions, approximation by piecewise defined shape functions. • 2-d problems of elasticity, triangular element, plain strain and plane stress problems, • Torsion of a prismatical bar • Examples for plain strain and plane stress problems discretized by linear triangular elements • Axisymmetric stress analysis, 3-d stress analysis

	• Construction of 2-d and 3-d finite elements (Lagrange and serendipity family) • Concept of hierarchical shape functions • Concept of mapping in iso-parametric finite elements • Application of numerical integration in 1-d, 2-d and 3-d finite element problems • Non-linear finite element problems (Newton-Raphson method) • Dynamic (time-dependent) finite element problems, time step size and mass scaling • Applications to fluid flow problems, weak form of the Navier-Stokes equation
Lernziele/Lernergebnisse	The aim of the course is to impart the basic knowledge about finite element methods and their application to solid and structural mechanics. The students will • understand why the FE-Method and the other numerical methods behind are important for engineering practice • understand the basic concept of FEM • be able to find solutions for trusses with a variety of boundary conditions • understand the fundamental concept of variational calculus • be able to find solutions for mechanical problems by using weighted residual methods • be able to use finite element method for plane strain, plane stress and torsion problems • be able to construct finite elements with linear and non-linear shape functions • understand the application of numerical integration in finite element method • understand the concept of non-linear and time-dependent finite element problems In addition, voluntary programming exercise sessions are offered to deepen the theoretical understanding. A simple FEM solver is developed in Python, numerical integration schemes are discussed and the FEniCS programming package is introduced.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0

Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Advanced Finite Element Methods for Engineers (401386601)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Advanced Finite Element Methods for Engineers	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Tutorial Advanced Finite Element Methods for Engineers	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Mehrphasenströmung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017887
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	- Overview (time scale analysis, governing equations, thermodynamics) - Physical description (Navier-Stokes equations, surface tension, phase change, N-equation models) - Interface dynamics (curvature effects, moving mesh methods, marker methods, level set methods, volume of fluid methods) - Particle dynamics (Particle description, drag laws, single droplet mass transfer, coll ision and coalescence models, Basset-Boussinesq-Oseen equation) - Reacting particles (Stefan Flow, film models, coal combustion, particle clouds) - Lagrangian modeling for sprays (primary breakup, secondary breakup, dropleUwall interaction) - Statistical modeling for dispersed phases (PDF methods, Monte carlo methods, FokkerPlanck methods) - Experimental methods (LDA, PDA, PIV, DBI, Schlieren, OH* chemiluminescence) - Applications in process engineering (process reactor, absorber, hydrocyclone, bubble column, particle beds and clouds, pneumatic and hydraulic transport, Sherwood correlations) - Applications in engine injection (hydraulic flip, injector types, injection strategies)
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge: The course will focus on theoretical, experimental, modeling, and computational aspects of multiphase systems in dispersed and separated regimes. Students get a basic knowledge and oveNiew of the field of multiphase flows. They gather understanding of the main toolkit to describe and understand multiphase flow phenomena, and to model and simulate practical applications. Competences: Students are able to understand publications and talks on the subject. They can make their own contributions to the field. They can also develop basic programs for multiphase models and use state-of-the-art codes.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Basic knowledge in fluid mechanics, partial differential equations. thermodynamics, and numerical methods
Literatur	Fluid Dynamics and Transport of Droplets and Sprays, W. A. Sirignano Multiphase Flows with Droplets and Particles, C. T. Crowe, J. D. Schwarzkopf, M. Sommerfeld, Y. Tsuji
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	A written or an oral exam
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Heinz Pitsch
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Multiphase Flows	1. Semester	2. Semester	6	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Multiphase Flows	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Multiphase Flows	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Ramanspektroskopie in der Energie- und Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017883
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Im Rahmen dieser Vorlesung werden neben den theoretischen, die experimentellen Grundlagen der Raman-Spektroskopie vorgestellt. Dazu werden u.a. die für das Verständnis notwendigen Themen aus den Bereichen Optik und Datenauswertung behandelt. Ziel der Vorlesung ist es, die Studierenden in der Lage zu versetzen, selbstständig Experimente mit der Raman-Spektroskopie durchzuführen und auszuwerten. Dazu erhalten die Studierenden u.a. die Gelegenheit, in den Übungen, einzelne Optikkomponenten zu handhaben wie auch Experimente an bestehenden Raman-Aufbauten durchzuführen. Die Inhalte für die einzelnen Vorlesungstermine sind: Inhalt • VL1 - Prinzip der Ramanspektroskopie • VL2 - Komponenten für Raman-Experimente I: Linsen (geometrische Optik) • VL3 - Komponenten für Raman-Experimente II: Spiegel, Filter (Wellenoptik) • VL4 - Komponenten für Raman-Experimente III: Gitter ((Wlennoptik) • VL5 - Komponenten für Raman-Experimente IV: Spektrometer & Detektor • VL6 - Komponenten für Raman-Experimente V: Laser • VL7 - Raman-Effekt I: klassisch • VL8 - Raman-Effekt II: quantenmechanisch • VL9 - Auswertung I: Spektrenvorbehandlung • VL10 - Auswertung II: Kalibrieren & quantitative Auswertemethoden • VL11 - Raman-Varianten I: CARS • VL12 - Raman-Varianten II: SERS, TERS & neuste Entwicklungen
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden kennen Raman-Spektroskopie als analytisches Verfahren in der Verfahrens- und Energietechnik. Die Studierenden haben sich dazu folgendes Wissen angeeignet: • theoretische, physikalische Grundlagen des Raman-Effekts • Einsatzgebiete der Raman-Spektroskopie im Rahmen der Verfahrens- und Energietechnik • Varianten der Raman-Spektroskopie, (CARS, SERS, TERS) • experimentelle Aufbauten für die Raman-Spektroskopie: einzelne Komponenten und deren Zusammenwirken • verschiedene Methoden zur Interpretation von Raman-Spektren Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, experimentelle Einrichtungen zu bedienen, eigene Experimente im Optiklabor aufzubauen, Experimente durchzuführen und die erhaltenen Messergebnisse zu interpretieren. Weiterhin können sie anhand der vom Hersteller genannten Spezifikationen beurteilen, inwieweit kommerziell angebotene Raman-Anlagen für eine spezielle Messaufgabe geeignet sind.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Veranstaltungsliteratur: • Vandenabeele, P. (2013) Practical Raman Spectroscopy. 1. Aufl., John Wiley & Sons, Ltd Empfohlene weiterführende Literatur: • Eichler, H., Freyberger, M., Fuchs, H., et al. (2008). Bergmann, Schäfer: Optik. 10 Aufl., Gruyter • Demtröder, W. (2011) Laserspektroskopie 1. 6. Aufl., Springer-Verlag Berlin Heidelberg • Demtröder, W. (2011) Laserspektroskopie 2. 6. Aufl., Springer-Verlag Berlin Heidelberg • Haken, H., Wolf, H., C. (2006) Molekülphysik und Quantenchemie. 5. Aufl., Springer-Verlag Berlin Heidelberg
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Koß
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	30
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Ramanspektroskopie in der Energie- und Verfahrenstechnik (401788301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Ramanspektroskopie in der Energie- und Verfahrenstechnik	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Ramanspektroskopie in der Energie- und Verfahrenstechnik	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Regelungstechnisches Seminar (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017849
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Zeitdiskrete Systeme, z-Transformation, Stabilität 2. Nichtlineare Systeme, Lyapunov-Funktionen, Stabilität 3. Parameterraumverfahren 4. Zustandsbeobachtung über Kalmanfilter 5. und folgende Vortragsthemen nach Wahl der Studenten. Mögliche Themen sind hierbei: • Adaptive Regelung, • Fuzzy-Control, • Passivitätsbasierte Regelung, • Robuste Regelung, • Multi-Agenten-Systeme, • Regelung vernetzter Systeme, • Fehlertolerante Regelsysteme, • Regelung mittels Spieltheorie, • Schaltende Systeme, • Youla-Kurcera Parametrisierung, • Regelung von Port-Hamilton-Systemen, • Extremum-Seeking und andere
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen kennen die Studenten ein breites Methodenspektrum zu Reglerauslegung. Sie wissen um die praktische Anwendung dieser Verfahren sowie um ihre Vor- und Nachteile. Auch sind sie sich aktueller Forschungstrends in der Regelungstechnik bewusst. Zudem verstehen sie die konzeptionellen Unterschiede zwischen den verschiedenen regelungstechnischen Methoden. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, für ein gegebenes System ein geeignetes Regelungsverfahren auszuwählen und diese Wahl wissenschaftlich zu begründen. Zudem können sie sich neue Regelungsverfahren schnell selbständig über Fachliteratur aneignen und sind fähig, diese in den Kanon der regelungstechnischen Methodik korrekt einzugliedern. Des Weiteren können sie durch die theoretische Abstraktion und gleichzeitige praktische Konkretisierung der Verfahren diese in wissenschaftlich und didaktisch ansprechender Weise einem breiten Publikum präsentieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Regelungstechnik oder Systemtheorie; wesentliche Inhalte aus „Höhere Regelungstechnik" werden zu Beginn wiederholt, womit der Besuch von „Höhere Regelungstechnik" keine Voraussetzung ist.
Literatur	-
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 75% aus der mündlichen Prüfung und zu 25% aus dem Referat
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Abel
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Regelungstechnisches Seminar	1. Semester	2. Semester	3	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Regelungstechnisches Seminar	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Robotic Systems (Wahlpflichtfach)
Kennung	4018563
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1st Lecture Introduction to Industrial Robots (History of Robotics, Definition of Robotics, World Robotic Market, Requirements and application scenario, Essential construction elements of an industry robot, Category of robotics, Robotic Companies and StartUps, Future smart and intelligent Robots) 2nd Lecture Introduction to Advanced Robots (Advanced, Space, Food, Medical, Home Cleaning Robots, Mobile Manipulators, Intelligent Vehicles, World Robotic market: Service Robotics) 3rd Lecture General Robot Structures (Joints and Motion, Degree of Freedom, Workspaces, Different Classifications) 4th Lecture Structural Synthesis (Selection of robotic structures / quantitative optimization) 5th Lecture Robot End-effector Technology (Types and function of different End-effector technologies) 6th Lecture Gripper Technology (Characteristics of Objects, The Grasp, Gripper Mechanisms, Merit Indices, Design) 7th Lecture Components of Robotic Systems (Gears) 8th Lecture Components of Robotic Systems (Actuators) 9th Lecture Components of Robotic Systems (Sensors and Vision Systems) 10th Lecture Components of Robotic Systems (Control and Safety Architecture) 11th Lecture Properties and Benchmarking (Performance evaluation) 12th Lecture Mobile Manipulators (Types of Wheels, Kinematic Constrains, Robot Configuration Variables, Characterization of robot mobility, Wheeled Robot Structures) 13th Lecture Control and Path Planning (Artificial Intelligence)
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and understanding: The students have a profound comprehension of the fundamentals of robotic systems as well as the components used to build and run a robotic system. Thus, they are capable of comprehending, describing and analyzing robotic systems and components. Skills and competencies: The students got a brief overview about existing and future robotic systems. The students are capable of running through the development and implementation process of a mechatronic robotic gripper. They have the ability to analyse the kinematic structure of robots as well as grippers. Furthermore, they have the knowledge and the ability to launch and use general robotic components (stepper motor, sensors) and control (via microcontroller) the kinematic structures to complete it to a full mechatronic system. For the development of the gripper during the project, the students use general methods of structural synthesis and follow the development guidance for mechatronic systems (VDI 2206).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Recommended requirements: - mechanic (kinematic, dynamic) - mathemaitc I,II,III
Literatur	- Lecture slides - Exercise slides Recommended literatur:

	- Siciliano, B.: Robotics; Modelling, Planning and Control, Springer International Publishing, 2009, eBook ISBN 978-1-84628-642-1, DOI 10.1007/978-1-84628-642-1 - Siciliano, B. (Hrsg.): Springer Handbook of Robotics, Springer International Publishing, 2016, eBook ISBN 978-3-319-32552-1, DOI 10.1007/978-3-319-32552-1
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	A written or an oral exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: apl. Professor Dr.-Ing. Mathias Hüsing
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Robotic Systems (401856301)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Robotic Systems	1. Semester	2. Semester	-	2
Exercise Robotic Systems	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Advanced Robotic Kinematics and Dynamics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4018564
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1st Lecture Introduction of Robotic Systems (Industrial root brief introduction, Modelling, Planning and Control) 2nd Lecture Position, Orientation and Rotation Matrix (Pose of Rigid Body, Rotation Matrix, Composition of Rotation Matrices, Euler Angles, Axis and Angle, Unit Quaternion) 3rd Lecture Coordinate System/Homogeneous Transformations/Joints (Coordinate Systems, Homogeneous transformations, Joints) 4th Lecture Direct Kinematics – Serial/Parallel (Direct Kinematics -->; Two planar arm, Denavit-Hartenberg Convention, Kinematics of typical manipulator structures) 5th Lecture Inverse Kinematics (Joint and operational space, workspace, redundancy, Inverse kinematics, Problems and Properties, Analytical and Numerical Solutions) 6th Lecture Differential Kinematics (Definition, geometric Jacobian, Jacobian for typical manipulator Structures, Kinematic singularities) 7th Lecture Inverse Differential Kinematics and Statics (Definition, Calculation methods, Jacobian transpose and statics, velocity and force) 8th Lecture Modelling of Dynamics Model (Direct and Inverse Dynamics definition, Mechanics, Modelling of a rotary drive system, Lagrange Formulation, Examples) 9th Lecture Notable Properties of Dynamic Model (Analysis, Properties, Extensions, Parametrization, identification, uses) 10th Lecture Newton-Euler Formulation (Derivative of a vector in moving frame, Dynamics of a rigid body, recursive algorithm) 11th Lecture Trajectory Planning in Joint Space (Path and Trajectory, Point-to-Point motion, Motion through a sequence of points) 12th Lecture Trajectory Planning and Optimization in Cartesian Space (Path Primitives. Position and Orientation Planning, Optimal Trajectory Planning) 13th Lecture Kinematic Control (Definition of robot motion control and kinematic control, joint and cartesian space control) 14th Lecture Dynamic Control (Dynamic Model and its control properties, P/PD/PID control law)
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and Comprehension: The students have a profound comprehension of the fundamentals of robotic kinematics and dynamics. - Position, Orientation and Rotation Matrix + Homogeneous Transformations and Coordinate Systems - Direct and Inverse Kinematics - Differential and Inverse Differential Kinematics and Statics - Dynamic Model calculations - Trajectory Planning Skills and competencies: The students are able to set up the algorithms that are necessary to calculate position, velocities and accelerations of robotic systems and have a comprehensive understanding of the mathematical descriptions of the movement states. Particularly the students have the ability to deploy and use the DH-notation for robotic systems. At the same time, they consider the requirements of engineering science for different robotic structures. The Students are able, by knowledge and competence of methods, to select suitable robotic structures for the relevant handling tasks, to recognise important parameters and describe them mathematically correct to implement them into a programming. Furthermore, the students are able to program a robotic trajectory in joint and cartesian space and execute it in simulations.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	- mechanics I,II,III - mathematics I, II, III - control theory
Literatur	- Lecture slides - Exercise slides Recommended literature: - Siciliano, B.: Robotics; Modelling, Planning and Control, Springer International Publishing, 2009, eBook ISBN 978-1-84628-642-1, DOI 10.1007/978-1-84628-642-1 - Siciliano, B. (Hrsg.): Springer Handbook of Robotics, Springer International Publishing, 2016, eBook ISBN 978-3-319-32552-1, DOI 10.1007/978-3-319-32552-1
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written exam Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur, der mündlichen Prüfung oder dem e-Test, je nachdem welche Prüfungsform zutrifft.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. (UPT) Burkhard Corves
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Advanced Robotic Kinematics and Dynamics (401856401)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Advanced Robotic Kinematics and Dynamics	1. Semester	2. Semester	-	2

Vorlesung Advanced Robotic Kinematics and Dynamics	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Faserverbundstrukturen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017423
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung in den Faserverbundbau 1.1. Entwicklung von Faserverbundwerkstoffen 1.2. Vor- und Nachteile von Faserverbundwerkstoffen 1.3. Beispielanwendungen in der Luft- und Raumfahrt und im Automobilbau 2. Werkstoffkunde der Faserverbunde 2.1. Faserwerkstoffe 2.2. Faserhalbzeuge 2.3. Matrixwerkstoffe 2.4. Faser-Matrix-Halbzeuge 3. Werkstoffeigenschaften einer UD-Schicht 4. Elastizitätsgesetz der Faserschicht 4.1. Elastizitätsgesetz der UD-Schicht 4.2. Elastizitätsgrößen der UD-Schicht 4.3. Transformationsregeln 4.4. Polardiagramme 5. Bestimmung der Elastizitätsgrößen der UD-Schicht 6. Elastizitätsgesetz des Mehrschichtenverbundes 6.1. Die klassische Laminattheorie 6.2. Steifigkeitsmatrix unterschiedlicher Laminataufbauten 7. Temperaturdehnung und Quellung 8. Statische Festigkeit von Mehrschichtverbunden 8.1. Versagensformen der UD-Schicht 8.2. Global-Bruchkriterien 8.3. Bruchtyp-Bruchkriterien 8.4. Degradationsanalyse 9. Entwurf von Laminaten 10. Krafteinleitungen in Laminate 11. Bauteile in Sandwichbauweise 11.1. Werkstoffkunde der Sandwichbauweise 11.2. Versagensformen von Sandwichmaterialien 11.3. Berechnung von Sandwichbauteilen 11.4. Konstruktion von Sandwichbauteilen 12. Stabilitätsverhalten dünnwandiger Flächentragwerke aus Faserverbundwerkstoffen 13. Verbindungstechnik
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden lernen • die für die Strukturberechnung wesentlichen Werkstoffeigenschaften von Faser und Matrix, • den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften der Komponenten einer Faserschicht und den daraus resultierenden Eigenschaften dieser Faserschicht, • die Auswirkungen der Faserorientierungen auf die Steifigkeitseigenschaften des Laminats, • einfache Verfahren für den Laminatentwurf, • die Festigkeitskriterien für Laminate unter zweiachsialer Belastung, • das strukturmechanische Verhalten von Sandwichmaterialien und dessen vereinfachte Berechnung, • die zusätzlichen Versagensarten von Sandwichmaterialien, • Besonderheiten in der Konstruktion von Bauteilen aus Faserverbundwerkstoffen, • die Verbindungsberechnung von Faserverbundbauteilen.

	Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden können nach Belegung des Moduls • die Eigenschaften einer Faserschicht auf mikromechanischer Basis bestimmen, • die Eigenschaften von Laminaten bestimmen, • Laminataufbauten entwerfen und deren Steifigkeiten bestimmen, • Laminate hinsichtlich ihrer Festigkeit bewerten, • Bauteile aus Faserverbundwerkstoffen berechnen und optimieren, • Lasteinleitungen in Faserverbundbauteile konstruieren und berechnen, • Sandwichbauteile bemessen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Mechanik I,II • Leichtbau
Literatur	Empfohlene weiterführende Literatur: • Jones, R. M.: Mechanics of Composite Materials, McGraw-Hill, 1975 • Schürmann: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden. Springer, 2007. • Mechanics of Laminated Composite Plates and Shells: Theory and Analysis. CRC Press, 2003.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	schriftlich oder mündlich
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Faserverbundstrukturen (401742301)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Faserverbundstrukturen	2. Semester	1. Semester	-	2

Übung Faserverbundstrukturen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt (Wahlpflichtfach)
Kennung	4016357
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Numerische Verfahren der Tragwerksberechnung 2. Modellierung komplexer Strukturen 3. Berechnung ebener Flächentragwerke 4. Stabilitätsverhalten ebener Flächentragwerke 5. Postkritisches Verhalten 6. Berechnung von Schalen 7. Stabilitätsverhalten von Schalen 8. Versteifte Schalen 9. Sandwichbauweise 10. Auslegungskonzepte und Optimierung
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden lernen: • die grundlegenden Ansätze numerischer Berechnungsverfahren in der Strukturmechanik zu beschreiben, • das Modell des Schubfeldträgers zu erklären, • die theoretischen Grundlagen des Tragverhalten von Flächentragwerken darzustellen, • das Tragverhalten von Tragwerken des Leichtbaus im postkritischen Bereich zu beschreiben, • die Grundlagen der Theorie der Membranschalen zusammenzufassen, • die Effizienz von Sandwichstrukturen zu erklären. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden können nach erfolgreicher Belegung des Moduls: • komplexe Strukturen des Leichtbaus mit passenden numerischen Modellen abbilden und die Qualität der Simulationsergebnisse bewerten, • komplexe Strukturen mit dem Modell des Schubfeldträgers analysieren, • das Tragverhalten von ebenen Flächentragwerken und Schalen analysieren, • Flächentragwerke und Schalen dem Tragverhalten entsprechend konstruieren, • das Tragverhalten von Leichtbaustrukturen auch im postkritischen Bereich bewerten, • wohl ausgelegte Sandwich-Strukturen konstruieren, • Topologieoptimierer anwenden und deren Ergebnisse bewerten. Diese Fertigkeiten sind insbesondere für den Entwurf und die Auslegung von Strukturen der Luft- und Raumfahrt notwendig. Zudem werden die Studierenden in die Lage versetzt, kritische Punkte im Entwurf von Leichtbaustrukturen zu identifizieren und Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln. Diese können sie zudem bewerten und die Ergebnisse nach außen hin vertreten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): • Leichtbau • Mechanik I und II • Werkstoffkunde I und II • Maschinengestaltung

	• Höhere Mathematik
Literatur	• Hertel, H.: Leichtbau, Springer Verlag, 1960 • Wiedemann, J.: Leichtbau, Band I: Elemente, Springer Verlag, 1986 • Wiedemann, J.: Leichtbau, Band II: Konstruktion, Springer Verlag, 1989 • Czerwenka, G., Schnell, W.: Einführung in die Rechenmethoden des Leichtbaus, Band 1 und 2, BI-Hochschultaschenbücher • Roark, R. J., Young, W. C.: Formulas for Stress and Strain, McGraw-Hill, 1975 • Jones, R. M.: Mechanics of Composite Materials, McGraw-Hill, 1975 • Bruhn, E. F.: Analysis and Design of Flight Vehicles Structures • Niu, M. C. Y.: Airframe Structural Design, Conmilit Press Ltd., 1988
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine schriftliche Klausur • Im Fach Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt können die Studierenden Bonuspunkte für die Klausur erwerben. Die Bonuspunkte werden den Kandidaten nur angerechnet, wenn sie die schriftliche Prüfung bestehen. Sie dienen also zur Verbesserung der Note nach Bestehen der Prüfung. Die Bonuspunkte sind nach Erwerb ein Jahr lang gültig.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modellierungsteamverantwortlicher: Michael Sauer B. Sc. Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt (401635701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Datenkommunikation und Sicherheit (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211972
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Client/Server- und Peer-to-Peer-Systeme • OSI-Referenzmodell und TCP/IP-Referenzmodell • Übertragungsmedien und Signaldarstellung • Fehlerbehandlung, Flusssteuerung und Medienzugriff • Lokale Netze, speziell Ethernet • Netzkomponenten und Firewalls • Internet-Protokolle: IP, Routing, TCP/UDP • Sicherheitsmanagement und Datenschutz, Sicherheitsprobleme und Angriffe im Internet • Grundlagen der Kryptographie und sichere Internet-Protokolle
Lernziele/Lernergebnisse	**Kenntnisse:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende • den Aufbau von Kommunikationsprotokollen • Protokolle und Komponente in lokalen Netzen • gängige Internet-Protokolle sowie mögliche Angriffsszenarien und Sicherheitsprobleme **Fähigkeiten:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende • gängige Internet-Protokolle nutzen • Protokolle und Komponenten in lokalen Netzen einsetzen • einfache Anwendungen implementieren, welche über Internet-Protokolle kommunizieren **Kompetenzen:** Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage, • den Aufbau lokaler Netze selbstständig zu entwerfen • den Nutzen der Verwendung bestimmter Internet-Protokolle zu beurteilen • Sicherheitsprobleme grundlegend einzuschätzen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Inhalt der Vorlesung "Betriebssysteme und Systemsoftware"
Literatur	• A. S. Tanenbaum: Computer Networks, 4th Edition, Prentice-Hall International, 2003 • J. F. Kurose, K. W. Ross: Computer Networking - A Top-Down Approach, 5th Edition, Pearson, 2010 • C. Kaufman, R. Perlman, M. Speciner, Network Security - Private Communication in a Public World, 2nd Edition, Prentice Hall PTR, 2002 • Zus?tzlich: Folien zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Benotung ergibt sich zu 100% aus der abschließenden schriftlichen Prüfung zum Modul. Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben. Wird

	vorgesehen, dass semesterbegleitende Hausaufgaben auf die Prüfungsnote angerechnet werden, sind die entsprechenden Regelungen der Prüfungsordnung zu beachten. Prüfung nach Ende der Vorlesungszeit.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Klaus Wehrle
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Datenkommunikation und Sicherheit (121197202)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Datenkommunikation und Sicherheit (121197201)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Datenkommunikation und Sicherheit (2)	2. Semester	1. Semester	-	3
Globalübung Datenkommunikation und Sicherheit (2)	2. Semester	1. Semester	-	-

Modultitel	Chemische Energieumwandlung I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010999
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Massen- und Energiebilanzen reagierender Systeme 2 • Das chemische Gleichgewicht 3 • Elementarreaktionen, die Reaktionsgeschwindigkeit 4 • Schadstoffbildung 5 • Zündung in homogenen Systemen 6 • Der homogene Strömungsreaktor 7 • Grundgleichungen chemisch reagierender Strömungen 8 • Modellierung turbulenter Strömungen 9 • Laminare Vormischflammen 10 • Turbulente Vormischflammen 11 • Nicht-vorgemischte Verbrennung 12 • Der Mischungsbruch 13 • Die laminare und die turbulente Freistrahlflamme 14 • Verbrennung von Einzeltropfen
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studenten kennen den Unterschied zwischen vorgemischter und nicht-vorgemischter Verbrennung. • Sie können das erworbene Wissen der chemischen Kinetik von elementaren Reaktionen umsetzen um Zündung in Verbrennungsmotoren zu beschreiben. • Sie kennen die Grundgleichungen laminarer und turbulenter Strömungen und deren Vereinfachung und Modellierung.

	• Sie kennen die Grundlagen der thermischen Flammentheorie, sowie Approximationsformula für laminare und turbulente Brenngeschwindigkeiten. • Sie kennen den Mischungsbruch und können Flamelet-Modelle für die nicht-vorgemischte Verbrennung benutzen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) • Wärme- und Stoffübertragung I Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse,) • Strömungsmechanik Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Verbrennungskraftmaschinen I
Literatur	• Vorlesungsumdruck Technische Verbrennung, 230 Seiten, zahlreiche Abbildungen sowie Vorlesungsfolien und Übungsaufgaben (können von der Website des Instituts - www.itv.rwth-aachen.de - heruntergeladen werden)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Heinz Pitsch
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Chemische Energieumwandlung I (401099901)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Chemische Energieumwandlung I	2. Semester	1. Semester	-	1

Vorlesung Chemische Energieumwandlung I	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Grundlagen der Turbomaschinen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014354
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Turbomaschinen spielen in weiten Teilen unseres Lebens eine bedeutende Rolle. Sie sind Antriebe nahezu aller modernen Flugzeuge, werden im Bereich der Stromerzeugung eingesetzt oder sind wichtiger Bestandteil in Anlagen der Prozessindustrie. Dabei werden immer höhere Anforderungen in Bezug auf Effizienz, Emissionen und Leistungsfähigkeit gestellt. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können ist ein tiefes Verständnis der Thermodynamik, Aerodynamik und Strukturmechanik von Turbomaschinen erforderlich. In dieser Vorlesung werden die Grundlagen der Strömungsmechanik und der Thermodynamik auf ; Turbomaschinen angewandt. Nach einer allgemeinen Einführung in die Einsatzgebiete von Turbomaschinen werden zunächst die Wirkungsweise von Schaufelgittern in Turbinen, Verdichtern und Pumpen erläutert. Die Gitter werden anschließend zu Stufen zusammengefasst. Dabei wird deren Zusammenwirken beim Einsatz in ein- und mehrstufigen Turbomaschinen untersucht. Ferner werden unterschiedliche Ausführungen von Maschinen und Anlagen betrachtet sowie Kriterien für die Auswahl geeigneter Ausführungen bei einer gegebenen Aufgabe entwickelt. Neben Turbinen, Verdichtern und Pumpen, werden auch die Grundlagen der Aerodynamik von Windkraftanlagen betrachtet. Auf Grund der speziellen Bauform von Windkraftanlagen sind hierfür eigene Berechnungsmethoden notwendig. Die Vorlesung behandelt sowohl die Charakteristiken, als auch die Betriebsbereichsgrenzen von Maschinen und Anlagen. Diese werden anhand der im Turbomaschinenbau üblichen Kennfelder und Diagramme verdeutlicht. Auf deren Basis werden im Anschluss verschiedene Regelungsstrategien für Turbinen, Verdichter und Pumpen erläutert. Schließlich werden die unterschiedlichen, auf die Turbomaschinen und ihre Komponenten einwirkenden, Betriebseinflüsse beschrieben und Möglichkeiten zur Reduzierung schädigender Einflüsse gezeigt. Abschließend sollen auch die Auswirkungen von Energieumwandlungsanlagen auf die Umwelt betrachtet werden.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind fähig, den Aufbau und die Wirkungsweise von Grundlagen der Turbomaschinen darzustellen. • Sie sind in der Lage Energiewandlungsmaschinen bezüglich ihrer Einsatzzwecke zu klassifizieren und auszuwählen. • Die Studierenden können die thermodynamischen Grundlagen auf die Energieumsetzung in Energiewandlungsmaschinen anwenden. • Die Studierenden kennen Energiewandlungsanlagen und deren Prozesse. • Sie sind in der Lage das Betriebsverhalten von Strömungsmaschinen zu beschreiben und die Betriebsgrenzen zu erkennen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren. • Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberstellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-

(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module) • Thermodynamik • Strömungsmechanik
Literatur	• Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Durch die Bearbeitung elektronischer Prüfungen können bis zu 10% Bonuspunkte, bezogen auf die reguläre Klausur erreicht werden. Auch ohne Bonuspunkte können in der regulären Klausur 100% der Punkte erreicht werden. Die Bonuspunkte werden nur dann angerechnet, wenn die Klausur auch ohne Anrechnung der Bonuspunkte bestanden wäre. Die Bonuspunkte gelten für das aktuelle und darauf folgende Semester."
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke Universitätsprofessor Dr.-Ing. habil. Manfred Christian Wirsum
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Grundlagen der Turbomaschinen (401435401)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Bonuspunkteprüfung Grundlagen der Turbomaschinen	1. Semester	2. Semester	-	0
Vorlesung Grundlagen der Turbomaschinen	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Grundlagen der Turbomaschinen	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Grundlagen Mobiler Antriebe (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013322
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Die Vorlesung befasst sich mit den verschiedenen Prinzipien der Energieumwandlung mit dem Schwerpunkt der Umwandlung von Brennstoffenergie und den Hauptanforderungen an Verbrennungsmotoren. Anhand von Vergleichsprozessen werden die thermodynamischen Zusammenhänge des Motorprozesses aufgezeigt. Es wird auf die Definition der unterschiedlichen Wirkungsgrade eingegangen. Die Anwendung dieser zusammenhänge erfolgt bei der Behandlung wichtiger Kenngrößen aus dem Verbrennungsmotorenbau. Eine Einteilung der Verbrennungsmotoren nach unterschiedlichen Merkmalen, nach der Art des Prozesses, dem Ablauf der Verbrennung, der Art der Zündung und der Kinematik führt zur Behandlung ausgewählter Aspekte der Motorentechnik. Es erfolgt eine eingehende Betrachtung der Entstehung von Schadstoffen sowohl beim Otto- als auch beim Dieselmotor. Der in den Vorlesungen vermittelte Stoff wird in Übungen anhand von Beispielen aus der Praxis vertieft. Die folgenden Themengebiete werden behandelt: • Thermodynamische Grundlagen • Kenngrößen • Prozess im Ottomotor • Prozess im Dieselmotor • Schadstoffentstehung und Abgasnachbehandlung • Einteilung und Merkmale der Verbrennungsmotoren. Darüber hinaus werden die Grundlagen der elektrochemischen Energiewandlung in einer Brennstoffzelle vorgestellt. Außerdem werden die physikalischen Grundlagen von Elektromotoren, sowie die unterschiedlichen Typen und deren Kennfelder vorgestellt.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden besitzen ein Grundverständnis des Aufbaus und der Mechanik von Verbrennungsmotoren. Die Unterschiede zwischen den Arbeitsverfahren von Otto- und Diesel-Motoren sind geläufig. Die Studierenden haben ein Verständnis der Entstehungsmechanismen von Schadstoffen, sowie der Möglichkeiten zur Reduktion der Schadstoffemissionen durch Abgasnachbehandlung und innermotorische Maßnahmen. Die Studierenden kennen die Grundlagen der elektrochemischen Energiewandlung. Der Aufbau, die Auslegung sowie die effiziente Betriebsweise des gesamten Brennstoffzellensystems inklusive Nebenaggregate ist geläufig. Die Studierenden haben ein Verständnis der grundlegenden Zusammenhänge der Drehmomentbildung bei fremderregten und permanentmagneterregten Synchron-Elektromotoren. Die entsprechenden Ersatzschaltbilder sind geläufig, die Unterscheidung zwischen dem Grunddrehzahlbereich und der Änderung bei Feldschwächung sind verinnerlicht. Die Analogien zwischen mechanischen und elektrischen Größen sowie die Bedeutung von Flussverkettung und Gegeninduktion sind bekannt. Das Prinzip der feldorientierten Regelung ist geläufig. Fertigkeiten und Kompetenzen: • routinierter Umgang mit motorischen Kenngrößen zur Beschreibung und Beurteilung des Betriebsverhaltens • Beschreibung der Arbeitsverfahren von Otto- und Dieselmotoren mit Hilfe von vereinfachten thermodynamischen Vergleichsprozessen

	• Transfer der elektrochemischen Energiewandlung auf die Funktionsweise einer Brennstoffzelle bzw. Stack • Herleitung der Drehmomentbildung inkl. des Reluktanzmoments
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Physik, Chemie, Mechanik, Thermodynamik und Elektrotechnik
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen Mobiler Antriebe (401332201)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundlagen Mobiler Antriebe	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Grundlagen Mobiler Antriebe	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Fahrzeugtechnik I - Längsdynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010997
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Überblick zum Lehrinhalt der Veranstaltung • Verkehrssystem Kraftfahrzeug • Wirtschaftliche Aspekte des Kraftfahrzeugs 2 • Radwiderstand • Luftwiderstand 3 • Luftwiderstand Steigungs- und Gefällewiderstand 4 • Beschleunigungswiderstand • Gesamtwiderstand 5 • Energiespeicher • Ottomotor • Dieselmotor • Wankelmotor 6 • Gasturbine • Elektroantrieb • Hybridantrieb • Vergleich der Antriebe 7 • Mechanische Kupplung • Hydrodynamische Kupplung • Visco-Hydraulische Kupplung 8 • Mechanische Stufengetriebe • Mechanische stufenlose Getriebe • Hydraulische stufenlose Getriebe 9 • Automatikgetriebe • Vergleich der Getriebe 10 • Kegelraddifferential • Stirnradplanetendifferential • Differentialsperren 11 • Gesetzliche Grundlagen zur Bremsanlage

	• Radbremsen • Bremskreisaufteilung • Hydraulikbremsanlage 12 • Druckluftbremsanlage • Hybride Bremsanlagen 13 • Elektrische Bremsanlagen • Dauerbremsen • Kraftstoffverbrauch 15 • Antriebskonzepte • Fahrgrenzen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Grundlagen der Fahrzeuglängsdynamik, d.h. sie kennen Zahlen/ Statistiken zur den verschiedenen Transportsystemen, der Verkehrsentwicklung, Transportbedarf etc. Sie kennen die auf ein Fahrzeug wirkenden Fahrwiderstandsanteile. Weiterhin können sie die Baugruppen des Antriebstrangs beschreiben. • Die Studierenden können die Funktion der Baugruppen des Antriebsstranges erklären. • Die Studierenden können die gelernten Zusammenhänge der Fahrwiderstände anwenden, die Bedarfsleistung und die von einem Fahrzeug erzielten Fahrleitungen berechnen. • Die Studierenden können Eigenschaften von verschiedenen Bauformen von Antriebsstrangbaugruppen analysieren, diese vergleichen und beurteilen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Mechanik I, II und III
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Vorraussetzungen:Mechanik I, II, III
Literatur	Skript zur Vorlesung und Übung
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fahrzeugtechnik I - Längsdynamik (401099701)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fahrzeugtechnik I	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Fahrzeugtechnik I	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Fahrzeugtechnik II - Querdynamik und Vertikaldynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013361
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Anforderungen an Federungssysteme Straßenanregungen 2. Vertikaldynamische Reifeneigenschaften Aufbaufedern 3. Aufbaudämpfer Sitzsysteme Einfluss von Schwingungen auf den menschlichen Körper 4. Einmassenschwinger Modell Zweimassenschwinger Modell Parameterstudie von Fahrwerkskomponenten 5. Einspurfederungsmodell Zweispurfederungsmodell 6. Wankfederung Stabilisator- und Kompenssatorfeder Einfluss von torionsweichen Fahrzeugaufbauten auf die Federungseigenschaften 7. Anforderungen an querdynamische Fahrzeugeigenschaften Querdynamische Reifeneigenschaften 8. Instationäre querdynamische Reifeneigenschaften Einspurfahrzeugmodell 9. Analyse von stationärem Fahrzeugverhalten Analyse von dynamischem Fahrzeugverhalten 10. Vollfahrzeugmodell Dynamische Radlastunterschiede Radstellungsänderungen durch Spur- und Sturzwinkel 11. Parameterstudie bzgl. Einflussparametern auf die Fahrzeugquerdynamik Gegenseitige Beeinflussung von Fahrzeuglängs- und -querdynamik 12. Lenksysteme 13. Kinematik der Radaufhängung Elastokinematik der Radaufhängung 14. Anforderungen an Fahrwerksysteme Ausgeführte Beispiele von Fahrwerksystemen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Den Studierenden sind die Anforderungen an Fahrwerksysteme bekannt Ihnen sind die vertikaldynamischen Grundlagen bekannt und sie können elementare Modellansätze zur Analyse von Schwingungsanregungen aufstellen. • Sie kennen und verstehen die einzelnen Komponenten eines Fahrwerks und deren Funktionen sowie alle gängigen Bauformen von Fahrwerksystemen. • Die Studierenden sind mit dem Regelkreis Fahrer - Fahrzeug - Umwelt vertraut und kennen die Aufgaben des Fahrers bzgl. der Fahrzeugführung. • Sie kennen und verstehen die querdynamischen Grundlagen der Fahrzeugdynamik sowie die gegenseitigen Beeinflussungen von Vertikal-, Längs- und Querdynamik. • Die Studierenden können die Fahrzeugquerdynamik in verschiedenen Detaillierungsgraden modellieren und alle wesentlichen Fahrzustandsgrößen berechnen. • Sie können das Eigenlenkverhalten beurteilen und den momentanen Fahrzustand bewerten Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Automotive Engineering I or similar courses; Mechanics I, II and III or or similar courses;
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Fahrzeugtechnik I • Mechanik I, II, III

Literatur	-
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fahrzeugtechnik II - Querdynamik und Vertikaldynamik (401336101)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fahrzeugtechnik II - Querdynamik und Vertikaldynamik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Fahrzeugtechnik II - Querdynamik und Vertikaldynamik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014360
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in die Brennstoffzellentechnik • Brennstoffzellen in der Energietechnik • Funktionsprinzip von Brennstoffzellen • Einteilung der Brennstoffzellentypen 2 • Physikalisch-chemische Grundlagen I • Zellreaktionen und Elektrodenprozesse • Thermodynamik der Brennstoffzellen • Kinetik der Elektrodenprozesse 3 • Physikalisch-chemische Grundlagen II • Strom/Spannungscharakteristika der Brennstoffzellen • Leitfähigkeitsmechanismen • Elektrochemische Meßverfahren 4 • Technische Grundlagen I • Wirkungsgrad • Ausgewählte elektrochemische und stoffliche Zusammenhänge • Stofftransport in Brennstoffzellen 5 • Technische Grundlagen II • Wärmetransport in Brennstoffzellen • Stofftransport in der systemtechnischen Peripherie • Regelung des Stofftransports • Mechanische Auslegung von druckbeaufschlagten Komponenten 6 • Brennstoffzellensysteme I • Brenngasversorgung • Entschwefelung • Reformierung • Brenngasreinigung 7 • Brennstoffzellensysteme II • Sauerstoffversorgung • Verfahrenstechnische Komponenten • Reglerkonzepte • Stromwandlungsmethoden • Gesamtsysteme 8 • Spezielle Brennstoffzellentypen I • Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzelle

	• Direkt-Methanol-Brennstoffzelle 9 • Spezielle Brennstoffzellentypen II • SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) • MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell) 10 • Energieträger für Brennstoffzellen I • Wasserstoff und dessen Herstellung • Wasserstoffspeicherung • Kohlenwasserstoffe 11 • Energieträger für Brennstoffzellen II • Alkohole (Methanol und Ethanol) • Energieketten • Biomasse 12 • Brennstoffzellenanwendungen I • Stationäre Anwendungen • Fahrzeuganwendungen 13 • Brennstoffzellenanwendungen II • Portable Anwendungen • Markteintritt 14 • Wirtschaftliche Aspekte • Kostenstrukturen von Brennstoffzellensystemen • Bewertung der Kosten neuer Technologien • Kundenrelevanz technischer Aspekte von Brennstoffzellensystemen • Grundlagen der Kostenabschätzung über Lernkurven • Lernkurven ausgewählter Systeme zur Stromerzeugung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die fachlichen Grundlagen der Brennstoffzellentechnik, insbesondere die zugrundeliegende Elektrochemie • Die Studierenden wenden maschinenbauliche Grundlagen auf die Brennstoffzellentechnik an • Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge der Prozesse in BZSystemen und können die Systeme berechnen und auslegen • Die Studierenden wenden die gelegten Grundlagen anhand der vorherrschenden BZ-Systeme an • Die Studierenden kennen und verstehen den werkstofflichen Aufbau der vorherrschenden BZ-Systeme • Die Studierenden können die Eignung der verschiedenen Energieträger für Brennstoffzellen beurteilen • Die Studierenden können aufgrund der gewonnen Übersicht über die verschiedenen Anwendungen diese in der fachlichen Diskussion vertreten • Die Studierenden kennen die wirtschaftlichen Aspekte der BZTechnik Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden durch die Übung in die Lage versetzt, Aufgabenstellungen zu analysieren, Lösungen zu erarbeiten und mit Hilfe relevanter Kriterien zu bewerten (Methodenkompetenz) • Im Rahmen von Laborübungen werden in Kleingruppen unter wissenschaftlicher Anleitung praktische Versuche zu unterschiedlichen Themengebieten durchgeführt und gemeinsam ausgewertet und vorgestellt (Teamarbeit, Präsentation)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Grundlagenvorlesungen der jeweiligen Studienrichtung
Literatur	-
Sprache	Englisch

Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Detlef Stolten
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen (401436001)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011002
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Einleitung 2. Sensoren I 3. Sensoren II 4. Analoge Signalverarbeitung 5. Digitale Signalverarbeitung 6. Signalausgabe, Bussysteme, EMV 7. Fluidische Aktoren 8. Elektrische Aktoren 9. Modellierung/Simulation 10. Energieversorgung 11. Systeme im Kfz, Systemintegrität 12. Systeme im Schienenfahrzeug 13. S22L
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Grundlagen zu mechatronischen Systemen in aktuellen Kraftfahrzeugen und Schienenfahrzeugen. • Die Studierenden können die Funktionsweise von Sensoren und fluidischen und elektrischen Aktuatoren erklären. • Die Studierenden sind fähig, die Grundlagen der Systemtheorie (Analoge und digitale Signalverarbeitung, IIR/FIR-Filter, z-Transformation, FFT) darzulegen. • Die Studierenden sind in der Lage, theoretische Modelle von Operationsverstärkern und Analogschaltungstechnik auf aktuelle Problemstellungen zu übertragen. • Die Studierenden entwerfen Simulationsmodelle in Saber sowie Matlab/Simulink. • Die Studierenden können ein grundlegendes Energiemanagement für die 14V-Bordnetze aktueller Kraftfahrzeuge entwerfen und implementieren. • Die Studierenden können die Grundlagen zur Funktionsweise von Bussystemen in aktuellen Kraftfahrzeugen und Schienenfahrzeugen erklären.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen der Elektrotechnik für mechatronische Systeme • Fahrzeugtechnik I, II • Regelungstechnik
Literatur	• Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik - Vorlesungsumdruck I • Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik - Vorlesungsumdruck II • Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik - Übungsumdruck
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christian Schindler Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik (401100201)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Industrial Intelligence Interlaced Quality Management (iQM) (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011611
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Digitalisierung und Vernetzung der Produktion erhöht die Verfügbarkeit von Daten über den gesamten Produktlebenszyklus und verändert die Rolle des Qualitätsmanagements in Bezug auf die Systeme, Prozesse und Produkte. Mit der Schwerpunktverlagerung der Datenanalyse von reaktiv und korrigierend zu proaktiv und prädizierend bleiben die Grundsätze des Qualitätsmanagements bestehen, im Qualitätsmanagement handelnde Akteure benötigen allerdings Werkzeuge, z.B. aus der Domäne des Machine Learning, um mit einer veränderten Komplexität umgehen zu können. Die Vorlesung behandelt die Verschränkung von qualitätsbezogenen Methoden mit den Bedürfnissen einer raschen Lageaufklärung ggf. abweichender Prozesse entlang von Wertschöpfungsketten oder den damit verbundenen industriellen Dienstleistungen. Die Orientierung an der Struktur des "Internet of Production" baut zunächst auf den Grundsätzen des Qualitätsmanagements (z.B. wichtige Normen, Begriffsklärung System-, Prozess- und Produktqualität) auf. Die Identifikation qualitätsrelevanter Datenquellen (incl. Social Media) entlang des Produktlebenszykus führt zur Modellierung der Begriffspyramide Dateninformation-Wissen. Die statistischen/stochastischen Grundlagen dienen zum grundlegenden Verständnis von Methoden der Data Analytics und des maschinellen Lernens und werden situativ auf typische Problemklassen aus verschiedenen Bereichen des Qualitätsmanagements (z.B. Prozessregelung, Risikomanagement, Fehlermanagement) angewendet, die hinsichtlich Ihrer Struktur typisiert und so einer Operationalisierung zugänglich gemacht werden. Ziel ist die Erhöhung der Handlungskom-petenz handelnder Akteure durch Entscheidungsunterstützung (z.B. durch den Einsatz von Smart Devices). Beiträge aus der Praxis geben Einblick in die Umsetzung von Qualitätsmanagement in der Industrie.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: a.) Wissen: -Wichtige Normen und Richtlinien in der Wissensdomäne "Qualitätsmanagement"; Aufbau von Normen (High-Level Structure) - System-, Prozess- und Produktqualität - Qualitätsrelevante Daten und Datenquellen entlang des Produktlebenszyklus - Statistische und methodische Grundlagen der "lndustrial lntelligence" als Kernaufgabe des QM - Legale Implikationen b.) Verstehen: - Das "Internet of Production" - Bedeutung von Qualität und Qualitätsmanagement in der vernetzten, adaptiven Produktion - Klassifikation typischer Problemstellungen - Verständnis grundlegender Data Analytics- und Machine Leaming-Methoden c.) Anwenden: - Datenerhebung (z.B. Customer lnsights im Produktentstehungsprozess und während der Produktnutzung, datengetriebenes Beschaffungsmanagement) - Anwendung ausgewählter Data Analytics- und Machine Learning-Methoden (z.B. für Risikoquantifizierung und - prädiktion, Prozessregelung) - Qualitätsmanagement für Dienstleistungen - Entscheidungsunterstützung des "Smart Quality Expert" (z.B. Predictive Quality, Predictive Maintenance) Fertigkeiten und Kompetenzen: Fach-/Methodenkompetenz: Die Studierenden entwickeln ein im betrieblichen Ablauf operationalisierbares Verständnis der unterschiedlichen Ausprägungen des Qualitätsbegriffs und ordnen diese im Sinne einer "lndustrial lntelligence" ein. Sie sind in der Lage, Problemstellungen im Unternehmenskontext zu identifizieren und klassifizieren. Sie verfügen über grundlegende Kenntnisse im Themenkreis maschinelles Lernen, kennen

	entsprechend erweiterte Qualitätsmanagement-Methoden und können deren spezifische Anwendbarkeit und Wirksamkeit beschreiben. Anwendungskompetenz: Die Studierenden sind in der Lage, Anwendungen in der Qualitätsmanagement-Domäne mit dem ihnen als 'Werkzeug" vermittelten Wissen theoretisch und praktisch zu durchdringen. Sie sind in der Lage, mittels Qualitätsmanagement-Methoden die Struktur einer "lndustrial lntelllgence" aufzubauen, hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zu bewerten und auf der Grundlage von Zusammenhängen und Prinzipien Methoden des Qualitätsmanagements weiterzuentwickeln und sinnvoll zu verknüpfen. Handlungskompetenz: Die Studierenden sind befähigt, auf Basis ihrer fundierten methodischen und organisatorischen Kenntnisse verbessernd in Wertschöpfungsketten einzugreifen. Sie können Situationen, Stärken und Schwächen eines bestehenden Qualitätsmanagementsystems erkennen, bewerten und geeignete Maßnahmen zu einer stimmigen Weiterentwicklung formulieren. Sonstiges: Grundlage der Veranstaltungen bilden Forschungsinhalte des Exzellenzclusters "Internet of Production". Vor diesem Hintergrund sollen die Teilnehmer den gedanklichen Transformationsschritt von der Anwendung von Werkzeugen (Methodenkompetenz) hin zum Ausgestalten der zu Grunde liegenden Prinzipien und Wirkzusammenhängen in Wertschöpfungsketten (Handlungskompetenz) tun. Die Verwendung von englischsprachigem Vorlesungsmaterial soll die Anschlussfähigkeit an internationale Studiengänge erleichtern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Besuch der Veranstaltung "Qualitäts- und Projektmanagement" (QP), 41 .28912
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsmaterialien in englischer Sprache; Glossar der Fachbegriffe in Englisch und Deutsch Weitere Literatur laut Angaben in der Vorlesung Empfohlene weiterführende Literatur: Schmitt, Robert; Pfeifer, Tilo: Qualitätsmanagement, Strategien, Methoden, Techniken, 5. Auflage. 2015, München, Hanser Verlag, ISBN : 978-3-446-41277-4
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der abschließenden Prüfung, i.d.R. einer Klausur.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Industrial Intelligence Interlaced Quality Management (iQM) (401161101)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung lndustrial lntelligence lnterlaced Quality Management (iQM)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung lndustrial lntelligence lnterlaced Quality Management (iQM)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Artificial Neural Networks in Structural Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4021387
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Classical structural mechanics is based on continuum mechanics using tensor calculus, differential geometry, and modelling of inelastic material behaviour. This theoretical approach established in the 20th century is the basis for finite element programs widely used in industry and science. Innovative approaches by means of artificial neural networks are known to be very efficient to describe complex mathematical dependencies. This effect relies on the self-learning ability of neural networks to reproduce dependencies between mechanical quantities such as stresses, strains, or other state variables. However, the neural network is based on experience and has therefore tobe trained by experimental or numerical data. Once the neural network has been trained, it is able to predict structural deformations in shorter calculation times than by using classical numerical approaches. Also the accuracy does not suffer, even though that program codes of neural networks are shorter than classical finite element codes. In order to apply the new knowledge on practical examples, the students will learn how to develop a virtual copy of the engineering structure by means of a neural network. Here, a wide variety of components in the network with different layers, neurons, activation functions etc. is available and must be ordered for the application. Special attention is focused on the combination of artificial neural networks with the finite element method. Following this approach, advantages of mesh generation and equation solvers in finite element programs are used and parts of the classical mechanical models are replaced by neural networks. E.g. material models are substituted by trained neural networks leading to shorter simulation times. Due to the fact that artificial neural networks are becoming more widespread in engineering disciplines, students will be familiar with this new trend in simulation methods after visiting this course. They will gain the competences to support the development of neural network enhanced modelling and simulation in industrial and scientific applications.
Lernziele/Lernergebnisse	The aim of the course is to enable students to work with artificial neural networks from the viewpoint of engineering science. This implies to understand different network topologies and their applications in structural mechanics. Classical structural models will be replaced by artificial neural networks partly or completely depending on the current problem. After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes: <u>Knowledge / Understanding:</u> Students: • shall understand the topology of artificial neural networks • are to gain an overview and learn motivation of network architectures (weights, bias-terms, sensilivity analysis) • are to understand different network topologies and their applications in structural mechanics • shall describe mathematical models of artificial neural networks • are to describe possible applications of artificial neural networks in structural mechanics • shall model structures enhanced by neural networks • shall program artificial neural networks • are to find solutions for differential equations approximated by neural networks • shall develop intelligent elements and know the processes behind neural network enhanced finite element simulatios

	Abilities / Skills Students: • are expected to apply artificial neural networks for numerical predictions in structural mechanics • shall program neural networks and train them by data gained from experiments or simulations • shall train artificial neural networks by means of measurement and simulation data • shall model inelastic material behaviour with artificial neural networks • are expected to apply the enhancement of finite element simulation by neural networks Competencies: Students: • shall develop intelligent elements by combining neural networks with the finite element method • are to increase the efficiency of structural calculations towards faster simulations and new structural models without material parameters trained just by experimental or simulated data • are expected to choose, depending on the current problem, whether to replace classical structural models partly or completely by artificial neural networks • shall work with artificial neural networks from the viewpoint of engineering science
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Nonlinear Structural Mechanics Mechanik I-III
(empfohlene) Voraussetzungen	Recommended: • Mechanik I-III • Nonlinear Structural Mechanics
Literatur	• Lecture Notes • Empfohlene weiterführende Literatur: A. Engelbrecht, Computational lntelligence, An lntroduction, JohnWiley Literatur & Sens, Ltd, 2007.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	An oral or a written exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr.-lng. Marcus Stoffel
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Artificial Neural Networks in Structural Mechanics (402138701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	-

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Artificial Neural Networks in Structural Mechanics	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Artificial Neural Networks in Structural Mechanics	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Regelung verteiltparametrischer Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4022583
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	**Teil 1: Modellierung und Beschreibung verteiltparametrischer Systeme (VPS)** 1. Modellierungsprinzipien für VPS 2. Mathematische Grundlagen für VPS 3. Linearisieren von VPS 4 . Methode der Charakteristiken **Teil II: Systemanalyse für VPS** 5. Stabilität von VPS 6. Laplace-Transformation für VPS 7. Greensche Funktion 8. Modaltransformation **Teil III: Simulation von VPS** 9. Finite Differenzen 10. Finite Elemente 11. Finite Volumen **Teil IV: Reglerentwurf für VPS** 12. Modellreduktion 13. Reglerentwurf im Frequenzbereich 14. Reglerentwurf im Zustandsraum 15. Optimale Steuerung für VPS 16. Anwendungsbeispiele
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen und Verstehen:** Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung kennen die Studierenden… - die Besonderheiten und Herausforderungen verteiltparametrischer Systeme - die Vor- und Nachteile einer verteiltparametrischen Beschreibungsform

	- Beispiele für lineare und nichtlineare verteiltparametrische Systeme - die mathematischen Grundlagen zur Beschreibung verteiltparametrischer Systeme - Methoden zur Modellierung verteiltparametrischer Systeme - Verfahren zur Systemanalyse verteiltparametrischer Systeme - verschiedene Ansätze zur Regelung verteiltparametrischer Systeme **Fertigkeiten und Kompetenzen:** Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage... - für ein gegebenes (technisches) System ein geeignetes verteiltparametrisches Modell zu formulieren - zu bewerten, ob sich für eine gegebene Regelungsaufgabe eine verteiltparametrische Betrachtung lohnt oder nicht. - für ein verteiltparametrisches System selbständig geeignete numerische Verfahren zur Simulation des Systems begründet auszuwählen und zu implementieren. - lineare verteiltparametrische Systeme sowohl im Zustandsraum wie auch im Frequenzbereich auf systemtheoretisch wichtige Eigenschaften hin zu analysieren. - Modellreduktionen für verteiltparametrische Systeme vorzunehmen und zu implementieren. - Regler auf Basis der Modellreduktion zu entwerfen. - Regler für lineare verteiltparametrische Systeme direkt für das verteiltparametrische Systeme zu entwerfen. - die Leistungsfähigkeit der entworfenen Regler kritisch zu bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Bestehen des Moduls Regelungstechnik oder Vergleichbare
Literatur	Vorlesungsunterlagen Empfohlene weiterführende Literatur: D. Abel: Regelungstechnik (Umdruck zur Vorlesung)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur beziehungsweise der Note der mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing Dirk Abel
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Regelung verteiltparametrischer Systeme (402258301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Regelung verteiltparametrischer Systeme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Regelung verteiltparametrischer Systeme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Akustik mobiler Antriebssysteme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011590
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	V 00: Einführung V 01: Grundlagen der Akustik 1 V 02: Grundlagen der Akustik 2 V 03: Messmethoden V 04: Verbrennungsmotor 1 V 05: Verbrennungsmotor 2 V 06: Ansaug- und Abgasanlage V 07: Elektromotor V 08: Umrichter V 09: CAE V 10: Gesamtsystem (ICE, Hybrid, BEV) V 11: Gesetzgebung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Die Studierenden kennen die akustischen Grundlagen, von den Schallfeldgrößen bis zur Ohrphysiolgie.Die Studierenden können akustische Mess- und Analysetechniken unterscheiden und kennen ihre Anwendungsgebiete.Sie kennen die relevanten Gesetzgebungen und Geräuschgrenzwerte.Sie kennen die Geräuschquellen am Motor sowie deren physikalische Zusammenhänge.Die Studierenden kennen die Maßnahmen zur Geräuschreduktion an Motoren.Sie kennen typische Schwingungsformen von Hubkolbenmotoren und ihre Abhilfemaßnahmen.Sie wissen um die Möglichkeiten der gezielten Geräuschgestaltung zur Darstellung eines Soundkonzepts. Z.B. markenspezifische Zielsounds im Fahrzeuginnenraum (angenehm/dynamisch). Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen mobiler Antriebe
Literatur	-

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Ein schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung. (je nach Teilnehmeranzahl)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Akustik mobiler Antriebssysteme (401159001)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Akustik im Motorenbau	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Akustik im Motorenbau	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Verbrennungskraftmaschinen: Konstruktion und Mechanik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011049
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Die Vorlesung behandelt zunächst verschiedene Kraftstoffe als Energielieferant. Die Betrachtung der thermodynamischen Abläufe mit Hilfe von Vergleichsprozessen gibt Aufschluss über die Energieumsetzung im Motor. Grundlegende Mechanismen der Wärmeübertragung werden vorgestellt und darauf aufbauend Berechnungsmethoden für die Wärmeströme und die thermisch induzierte Spannungen in Verbrennungsmotoren besprochen. Die Herleitung von Ähnlichkeitsregeln und Kennwerten erlaubt die Auslegung von Verbrennungsmotoren und die Abschätzung mechanischer, thermischer und dynamischer Leistungsgrenzen. Den Wirkungen von Massenkräften, Momenten und Drehschwingungen ist ein weiteres Kapitel gewidmet. Aufbauend auf dem Vorlesungsinhalt werden die Anforderungen an die Konstruktionselemente des Verbrennungsmotors sowie an die Gestaltung des Kühl- und Schmiersystems abgeleitet. Die in den Vorlesungen vermittelten Inhalte werden in Übungen anhand von Beispielen aus der Praxis vertieft.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studenten kennen die thermodynamischen Abläufe in Verbrennungskraftmaschinen • Die Studenten kennen die Mechanismen der Wärmeströme, Belastungen und Beanspruchungen des Verbrennungsmotors • Die Studenten kennen die wesentlichen Kenngrößen von Verbrennungskraftmaschinen und können sie kritisch bewerten • Die Studenten können die Ahnlichkeitsregeln herleiten und sind in der Lage, die mechanischen Leistungsgrenzen festzusetzen sowie die Auslegung von Motoren eigenständig durchzuführen • Die Studenten sind in der Lage, die anforderungsgerechte Auslegung entsprechender Konstruktionselemente vorzunehmen Fertigkeiten und Kompetenzen: • Die Studenten sind in der Lage, Problemstellungen zu analysieren und selbständig geeignete Lösungswege zu erarbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen Mobiler Antriebe
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen Mobiler Antriebe
Literatur	Handbuch Verbrennungsmotor (Grundlagen, Komponenten, Systeme, Perspektiven) - Herausgeber: van Basshuysen, Richard, Schäfer, Fred (Hrsg.)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger

ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Verbrennungskraftmaschinen: Konstruktion und Mechanik (401104901)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Verbrennungskraftmaschinen: Konstruktion und Mechanik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Verbrennungskraftmaschinen: Konstruktion und Mechanik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Chemische Energieumwandlung II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011659
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Turbulente Verbrennung: Einführung und Übersicht 2. Grundgleichungen turbulenter Strömungen 3. Grundgleichungen turbulenter Verbrennung 4. PDF-Transportgleichungen 5. Flamelet-Modelle für nicht-vorgemischte Verbrennung 6. Flamelet-Modelle für vorgemischte Verbrennung 7. Turbulente Diffusionsflammen: Experimente 8. Turbulente Diffusionsflammen: Aspekte der Modellierung 9. Gebietsdiagramm vorgemischter turbulenter Verbrennung 10. Der BML-Ansatz 11. Der Level-Set-Ansatz: Gefaltete Flammen 12. Der Level-Set-Ansatz: Dünne Relationszonen 13. Schadstoffbildung 14. Teilweise vorgemischte turbulente Diffusionsflammen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen unterschiedliche Modelle turbulenter Verbrennung und können deren physikalischen Grundlagen auf der Basis der Erhaltungsgleichungen für reagierende Strömungen herleiten. • Sie können numerische Lösungen aus CFD-Simulationenen interpretieren und deren Korrektheit überprüfen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Technische Verbrennung I
Literatur	Buch: N. Peters, "Turbulent Combustion", Cambridge 2000
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Heinz Pitsch
ECTS Credits	5

Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Chemische Energieumwandlung II (401165901)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Chemische Energieumwandlung II	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Vorlesung Chemische Energieumwandlung II	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Verbrennungskraftmaschinen: Thermodynamik und Emissionen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011667
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Bauformen von Verbrennungsmotoren (4-Takt-Hubkolbenmotor, Wankelmotor, 2-Takt-Motor). Die Bedeutung von Wellenvorgängen beim Ladungswechsel sowie ihre Beeinflussung durch konstruktive Maßnahmen werden nach der akustischen Theorie aufgezeigt. Die Aufgaben, Bauarten und dynamischen Vorgänge von Ventiltrieben werden in einem weiteren Abschnitt behandelt, wobei Hinweise zur Konstruktion gegeben werden. Weiterhin werden die verschiedenen Aufladeverfahren und deren Auswirkungen hinsichtlich der Leistung und des Wirkungsgrades untersucht. Unterschiedliche Gemischbildungsverfahren werden vorgestellt, unter anderem wird auf die Saugrohr- und Direkteinspritzung bei Ottomotoren und die Direkteinspritzung bei Dieselmotoren eingegangen. Die Bildung der im Abgas von Verbrennungsmotoren enthaltenen Schadstoffe sowie deren Beeinflussung werden für Otto- und Dieselmotoren aufgezeigt. Systeme zur Abgasreinigung werden vorgestellt. Es werden Oxidationskatalysatoren, Dreiwege-Katalysatoren sowie Systeme zur Reinigung von Abgas magerer Verbrennung behandelt. Zusätzlich werden auch Partikelfilter vorgestellt. Neben den Systemen selbst werden auch die Betriebsstrategien zum Einsatz solcher Systeme behandelt. Die Grundlagen moderne Motorsteuerungsgeräte sowie deren grundlegen Funktionsweise werden erläutert. Darüber hinaus werden auch die Funktionen zur On-Board-Diagnose behandelt. Abschließend wird ein kurzer Einblick in die Motorakustik gegeben. Die folgenden Themengebiete werden behandelt: • Ladungswechsel • Aufladung • Prozess im Ottomotor • Prozess im Dieselmotor • Abgasentstehung und -nachbehandlung • Motormanagement • Motorakustik
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studenten kennen die thermodynamischen Abläufe in Verbrennungskraftmaschinen • Die Studenten kennen die Mechanismen der Wärmeströme, Belastungen und Beanspruchungen des Verbrennungsmotors • Die Studenten kennen die wesentlichen Kenngrößen von Verbrennungskraftmaschinen und können sie kritisch bewerten • Die Studenten können die Ahnlichkeitsregeln herleiten und sind in der Lage, die mechanischen Leistungsgrenzen festzusetzen sowie die Auslegung von Motoren eigenständig durchzuführen

	• Die Studenten sind in der Lage, die anforderungsgerechte Auslegung entsprechender Konstruktionselemente vorzunehmen Fertigkelten und Kompetenzen: • Die Studenten sind in der Lage, Problemstellungen zu analysieren und selbständig geeignete Lösungswege zu erarbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundlagen Mobiler Antriebe
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen Mobiler Antriebe
Literatur	Skript und Folien zur Vorlesung und Übung Empfohlene weiterführende Literatur: Handbuch Verbrennungsmotor (Grundlagen, Komponenten, Systeme, Perspektiven) - Herausgeber: van Basshuysen, Richard, Schäfer, Fred (Hrsg.)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Verbrennungskraftmaschinen: Thermodynamik und Emissionen (401166701)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Verbrennungskraftmaschinen: Thermodynamik und Emissionen	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Vorlesung Verbrennungskraftmaschinen: Thermodynamik und Emissionen	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Dynamik der Mehrkörpersysteme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011487
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung • Grundlegende Zusammenhänge • Anwendungsgebiete 2 • Modellbildung • Modellansätze für physikalische Modelle • Mehrkörpersysteme • Ermittlung der Modellparameter • Allgemeine mathematische Beschreibungs-formen 3 • Kinematik der Mehrkörpersysteme • Position und Orientierung von Körpern • Translatorische Kinematik • Rotatorische Kinematik 4 • Bewegungsgleichungen: Lagrangesche Gleichungen 2. Art 5 • Bewegungsgleichungen: Newton-Eulersche Gleichungen 6 • Bewegungsgleichungen: Linearisierung, Eigenwertsatz 7 • Bewegungsgleichungen • Ungedämpfte nicht-gyroskopische Systeme • Gedämpfte gyroskopische Systeme • Eigenwertstabilitätskrieterien 8 • Lineare Systeme mit harmonischer Erregung • Reelle Frequenzgangmatrix • Komplexe Frequenzgangmatrix 9 • Zustandsgleichungen • Systemmatrix • Eigenwertansatz

10

- Zustandsgleichungen
- Fundamentalmatrix
- Modalmatrixansatz
- Satz von Cayley-Hamilton

11

- Zustandsgleichungen
- Analytische Lösung
- Numerische Lösung
- Sprungerregung
- Harmonische Erregung
- Periodische Erregung

12

- Einführung in MKS-Simulationsprogramme
- ADAMS
- SIMPACK
- SimMechanics

13

- Hands-On-Labor für MKS-Simulationsprogramme
- ADAMS
- SIMPACK
- SimMechanics

14

- Anwendungsbeispiel
- Modellierung
- Parameterfestlegung

15

- Anwendungsbeispiel
- Berechnung
- Auswertung

Lernziele/Lernergebnisse

Fachbezogen:

- Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über die Grundlagen der Mehrkörperdynamik
- Die Studierenden sind in der Lage Schwingungssysteme zu erfassen, zu beschreiben und einer Analyse zuzuführen.
- Die Studierenden haben die Fähigkeit mechanische Schwingungssysteme mathematisch zu modellieren unter Berücksichtigung physikalischer Effekte wie Elastizitäten, Dämpfung, Reibung etc.
- Die Studierenden kennen die wichtigsten Matrizen basierten Verfahren zur Berechnung des Eigenverhaltens und des Verhaltens unter Zwangserregung für lineare Schwingungssysteme.
- Zur Berechnung nichtlinearer Systeme sind die Studierenden in der Lage geeignete Programmsysteme auszuwählen und anzuwenden.
- Die Studierenden können die Ergebnisse von Simulationsrechnungen sinnvoll interpretieren insbesondere unter Berücksichtigung eventueller Vereibfachungen in der vorgenommenen Modellierung.
- Für die zu analysierenden Schwingungssysteme leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen die erforderlichen Methoden und Verfahren zur Synthese und Analyse her.
  Sie sind damit in der Lage mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, umfassende Fragestellungen und Probleme zur Auswahl und Auslegung von Schwingungssystemen aus der Industrie zu beantworten und zu lösen.

Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

- keine

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)

-

(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Mechanik I,II,III • Mathematik I bis III und numerische Mathematik • Grundlagen der Maschinen- und Strukturdynamik
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Schriftlich, Mündlich, E-Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. Burkhard Corves
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Dynamik der Mehrkörpersysteme (401148701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Dynamik der Mehrkörpersysteme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Dynamik der Mehrkörpersysteme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Water and Wastewater Treatment Technologies (Wahlpflichtfach)
Kennung	3022850
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Diese Veranstaltung umfasst das breite Spektrum von verschiedenen mechanischen, physikalisch-chemischen und biologischen (Ab-) Wasserbehandlungstechnologien. Die dazu benötigten Grundlagen der Wasserchemie werden vermittelt. Außerdem werden die aktuelle Wassersituation und -versorgung, sowie Quellen und Charakteristika verschiedener (Ab-) Wässer beleuchtet. (Gesetzliche) Anforderungen an die Behandlung dieser (Ab-) Wässern werden ebenfalls betrachtet.
Lernziele/Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme an dieser Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage… ...verfügbare Technologien zur (Ab-) Wasseraufbereitung umfassend zu beschreiben. ...die wichtigsten natürlichen und alternativen Süßwasserressourcen (z. B. Meerwasser) zu beschreiben und technische Verfahrenskombinationen zu deren Aufbereitung (z. B. Entsalzung, Desinfektion) zu bewerten. ...geeignete Lösungen für die Aufbereitung von Abwässern mit unterschiedlichem Verschmutzungsgrad zu bewerten und auszuwählen. ...Integrationen von (Abwasser-) Aufbereitungstechnologien in bestehende Prozesse zu diskutieren, z. B. im Bereich des produktionsintegrierten Umweltschutzes (Wasser- und Ressourcenwiederverwendung). ...die grundlegenden Aspekte rechtlicher Rahmenbedingungen im Bereich der (Ab-) Wasserbehandlung zu beschreiben.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine.
Literatur	Mackenzie L. Davis, Water and Wastewater Engineering: Design Principles and Practice, Second Edition (McGraw-Hill Education: New York, Chicago, San Francisco, Athens, London, Madrid, Mexico City, Milan, New Delhi, Singapore, Sydney, Toronto, 2020, 2010). https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9781260132274 Melin &; Rautenbach: Membranverfahren (2007), ISBN 978-3-540-34327-1 Metcalf &; Eddy, rev. by Tchobanoglous, George: Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery (2014), ISBN 978-0-07-340118-8 Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt, Bauhaus-Universität Weimar: Industrieabwasserbehandlung: rechtliche Grundlagen, Verfahrenstechnik, Abwasserbehandlung ausgewählter Industriebranchen, produktionsintegrierter Umweltschutz (2. überarbeitete Auflage - Weimar: Univ.-Verl. [u.a.], 2009), ISBN 978-3-86068-321-7
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Benotete Klausurarbeit. Es gibt keine Voraussetzungen für die Teilnahme an der Klausurarbeit.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. habil. Thomas Wintgens
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Water and Wastewater Treatment Technologies (302285001)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Water and Wastewater Treatment Technologies	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Water and Wastewater Treatment Technologies	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Stationäre Gasturbinen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014340
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	In der Vorlesung „Stationäre Gasturbinen“ wird den Studierenden die Technologie, der Energiewandlungsprozess und die Anwendungen von Gasturbinen für stationäre Anwendungen in der Strom- und Wärmeversorgung vermittelt. Die Studierenden erhalten zunächst einen Überblick über die technischen Ursprünge und die historische Entwicklung des Gasturbinenprozesses. Es wird aufgezeigt, wie sich die heute üblichen offenen Gasturbinenprozesse entwickelt haben. Eine Behandlung des idealisierten Kreisprozesses und des verlustbehafteten Kreisprozesses soll die Zusammenhänge zwischen Wirkungsgrad, Leistung und Betriebsparameter bei der anwendungsoptimierten Auslegung erklären. Es erfolgt eine Einteilung der stationären Gasturbinen in die zwei wesentlichen Bauarten. Die Besonderheiten sowie die Vor- und Nachteile der beiden Bauarten werden im Detail erklärt. In der Vorlesung wird dann die vereinfachte Berechnung des Gasturbinen-Kreisprozesses behandelt. Die Prozessberechnung erfolgt im 1D-Modell unter Berücksichtigung der wesentlichen Verluste der Gasturbine. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen werden die Möglichkeiten der Verbesserung des Gasturbinenprozesses behandelt. Es werden dabei die jeweils erreichbaren und erreichten technischen Fortschritte und die Limitierungen der Prozessoptimierung vorgestellt. Schließlich erfolgt eine Behandlung der Technologien der wesentlichen Gasturbinenkomponenten (Verdichter, Brennkammer und Turbine). Ebenso werden typische Auslegungskriterien diskutiert. Zum Schluss erfolgt ein Exkurs in exotische Gasturbinenprozesse für besondere Anwendungen.
Lernziele/Lernergebnisse	-
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Die Veranstaltung richtet sich vornehmlich an Studierende des Bachelorstudiengangs Maschinenbau mit der Vertiefungsrichtung Energietechnik. Interessierte Hörer anderer Studienrichtungen sind natürlich ebenfalls willkommen. Vorkenntnisse der Thermodynamik und des Rechnungswesens sind hilfreich aber nicht erforderlich.
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder der mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. habil. Manfred Christian Wirsum
ECTS Credits	6

Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Stationäre Gasturbinen (401434001)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Labor Stationäre Gasturbinen	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Stationäre Gasturbinen	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Stationäre Gasturbinen	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Dampfturbinen und Abwärmenutzung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010857
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Ausgangspunkt dieser Veranstaltung ist der Betrachtung der Thermodynamik des Wasser-Dampf-Kreislaufs. Basierend auf der Analyse des einfachen Dampfkraftprozesses werden verschiedene Prozessverbesserungsmaßnahmen analysiert und unterschiedliche Optionen zur Wärmebereitstellung vorgestellt und bewertet. Diese Veranstaltung ersetzt die Veranstaltung "Dampfturbinen". Aufbauend auf dem gewonnenen Verständnis des Wasser-Dampf-Kreislaufs wird die Dampfturbine im nächsten Themenblock als individuelle Komponente betrachtet. Es werden zunächst die gängigsten Bauarten und Auslegungsphilosophien von Dampfturbinen vorgestellt. Darauf aufbauend wird Wissen über ausgewählte konstruktive Merkmale von Dampfturbinen vermittelt. Als wichtiger Teilaspekt der Auslegung von Dampfturbinen wird das Thema „Werkstoffe“ in einem eigenen Themenblock behandelt. Dabei werden Werkstoffe vorgestellt, die in Stufen und Gehäusen in Dampfturbinen zum Einsatz kommen. Als weiterer wichtiger Teilaspekt der Auslegung und des Betriebs von Dampfturbinen wird das Thema „Nassdampf-Strömung“ separat behandelt. Es wird zunächst Wissen über die zugrundeliegenden Kondensationsmechanismen vermittelt. Aufbauend auf diesem Wissen werden Messverfahren zur Quantifizierung von Dampfnässe in Dampfturbinen und konstruktive Maßnahmen zum Umgang mit Dampfkondensation in Dampfturbinen vorgestellt und diskutiert. ; Ein weiterer Schwerpunkt der Veranstaltung liegt auf der Wasserchemie und deren Auswirkung auf den Betrieb von Dampfturbinen. Es werden die relevanten Korrosions- und Ablagerungsmechanismen von Wasserbegleitstoffen vorgestellt. Darauf aufbauend werden Anforderungen an die Wasserchemie abgeleitet und verschiedene Maßnahmen und Technologien zur Wasseraufbereitung und -konditionierung vorgestellt. Als weiterer Teilaspekt wird das Thema „Betrieb &; Regelung“ in einem umfassenden Themenblock behandelt. Ausgehend von der Betrachtung des Anfahrvorgangs von Dampfturbinen wird in diesem Rahmen Wissen über die verschiedenen Regelungsarten und wichtige betriebliche Aspekte vermittelt. Vor dem Hintergrund der sich wandelnden Anforderungen an thermische Kraftwerke wir dabei ein besonderer Schwerpunkt auf Flexibilisierungsmaßnahmen und die Auswirkungen einer flexiblen Betriebsweise auf die Lebensdauer von Dampfturbinen gelegt. Im abschließenden Themenblock wird der Einsatz von Dampfturbinen als Antriebsmaschinen beleuchtet. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Analyse der konstruktiven und betrieblichen Besonderheiten dieser Dampfturbinen.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studierenden verstehen den Einfluss von Prozessverbesserungsmaßnamen auf die thermodynamischen Leistungsparameter eines Wasser-Dampf-Kreislaufs. • Die Studierenden kennen die verschiedenen Bauarten von Dampfturbinen und wichtige konstruktive Merkmale. • Die Studierenden verstehen die Prinzipien der Energiewandlung in Dampfturbinen. • Die Studierenden kennen die wichtigsten Werkstoffe in Dampfturbinen.

	• Die Studierenden verstehen die Kondensationsmechanismen, die in Dampfturbinen auftreten können. • Die Studierenden verstehen die Bedeutung der Wasseraufbereitung in Dampfkraftprozessen und kennen entsprechende Möglichkeiten der Wasseraufbereitung und -konditionierung. Die wichtigsten Korrosions- und Ablagerungsmechanismen sind den Studierenden bekannt. • Die Studierenden verstehen den Anfahrvorgang von Dampfturbinen und die wichtigsten Regelungsarten. • Die Studierenden verstehen die betrieblichen und konstruktiven Besonderheiten des Einsatzes von Dampfturbinen als Antriebsmaschinen. Fertigkeiten und Kompetenzen: • Die Studierenden können (vereinfachte) Wasser-Dampf-Kreisläufe mit Prozessverbesserungsmaßnahmen berechnen • Die Studierenden können Dampfturbinen anhand ihrer Bauart, konstruktiven Merkmalen und Werkstoffen bewerten • Die Studierenden können Dampfturbinen hinsichtlich der Problemstellungen durch Nassdampfkondensation bewerten • Die Studierenden können Maßnahmen zur Wasseraufbereitung und -konditionierung (vereinfacht) konzipieren • Die Studierenden können die Herausforderungen der zunehmenden Flexibilisierung des Dampfturbinenbetriebs bewerten Sonstiges: • Die Studierenden sind in der Lage, Probleme eigenständig zu identifizieren und eine Problemstellung dazu zu formulieren. • Sie können ferner geeignete Lösungsmöglichkeiten entwickeln und einander gegenüberstellen. • Auf diese Weise verfügen sie über Kompetenz zur selbstständigen, ingenieurwissenschaftlichen Problemlösung.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder aus der Note der mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. habil. Manfred Christian Wirsum
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-

Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Dampfturbinen und Abwärmenutzung (401085701)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Dampfturbinen und Abwärmenutzung	1. Semester	2. Semester	-	1
Labor Dampfturbinen und Abwärmenutzung	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Dampfturbinen und Abwärmenutzung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Strom- und Wärmeversorgungsanlagen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010856
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	In der Veranstaltung „Strom- und Wärmeversorgungsanlagen“ wird Wissen über Anlagen, die derzeit im Bereich der Strom- und Wärmeversorgung zum Einsatz kommen, sowie deren Komponenten vermittelt. Diese Veranstaltung ersetzt die Veranstaltung „Kraftwerksprozesse“. Der Einstieg in diese Veranstaltung erfolgt anhand eines Überblicks über die aktuelle Strom- und Wärmeversorgungsinfrastruktur in Deutschland. Dabei steht auch der Blick auf die derzeitige und prognostizierte Marktsituation der verschiedenen eingesetzten Technologien im Vordergrund. Für eine detaillierte Betrachtung werden zunächst die Prozesse in Strom- und Wärmeversorgungsanlagen vorgestellt und die zugrunde liegende Thermodynamik behandelt. Neben klassischen Kraftwerksanlagen liegt der Fokus außerdem auf Wärmepumpenprozessen, anderen Power-to-Heat-Anlagen sowie dem Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung. Ergänzend werden Möglichkeiten zur thermischen Energiespeicherung erörtert. Im Kernteil der Veranstaltung werden die einzelnen Komponenten, aus denen sich die übergeordneten Anlagen zusammensetzen, und deren Funktionsweise behandelt. Die Unterteilung erfolgt anhand der Energieumwandlung und umfasst folgende Inhalte: Feuerungen, Dampferzeuger, Wärmeübertrager, Turbinen & Expander, Kühlungen & Kondensatoren, Pumpen & Kompressoren, Ventile & Armaturen, Generatoren sowie Hilfssysteme. Basierend auf dem erlangten Wissen zur Funktionsweise der Komponenten wird auf den Betrieb und die Regelung der eingangs behandelten Anlagen zur Strom- und Wärmeversorgung eingegangen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf dem Aspekt der Emission von Schadstoffen und Maßnahmen zur Emissionsreduktion. Um das praktische Verständnis der Betriebs- und Regelungsvorgänge zu stärken, werden die Vorlesungsinhalte mithilfe von Laborübungen am Kraftwerkssimulator vertieft. Den Abschluss der Veranstaltung bilden industrielle und kommunale Anwendungsbeispiele. Anhand von realisierten Anlagenkonzepten werden die verschiedenen Prozesse einander gegenübergestellt und ihre Vor- und Nachteile deutlich. Dadurch werden die potenziellen Einsatzbereiche der verschiedenen technischen Konzepte zur Strom- und Wärmeversorgung klar erkennbar.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studierenden kennen grundlegende Prozesse, die in der Strom- und Wärmeversorgung zum Einsatz kommen. • Die Studierenden haben ein detailliertes Verständnis des Aufbaus und der Funktionsweise von den Komponenten, die in solchen Anlagen zum Einsatz kommen • Sie verstehen den Aufbau, den Betrieb und die Regelung von Strom- und Wärmeversorgungsanlagen. • Den Studierenden sind die Schadstoffe bekannt, die beim Betrieb solcher Anlagen emittiert werden, und können Maßnahmen zur Emissionsminderung benennen. Fertigkeiten und Kompetenzen: • Die Studierenden können Prozesse zur Strom- und Wärmeversorgung thermodynamisch berechnen und in ihren Grundzügen auslegen. • Sie können die Betriebsweise der Anlagen in Abhängigkeit von den eingesetzten Komponenten beschreiben. • Die Studierenden können Ansätze zur Regelung der Prozesse je nach Strom- und Wärmebedarf aufzeigen.

	• Sie können die vorgestellten Prozesse bezüglich potenzieller Einsatzszenarien einordnen und bewerten. Sonstiges: • Die Studierenden sind in der Lage, Probleme eigenständig zu identifizieren und eine Problemstellung dazu zu formulieren. • Sie können ferner geeignete Lösungsmöglichkeiten entwickeln und einander gegenüberstellen. • Auf diese Weise verfügen sie über Kompetenz zur selbstständigen, ingenieurwissenschaftlichen Problemlösung.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Die Veranstaltung richtet sich vornehmlich an Studierende des Bachelorstudiengangs Maschinenbau mit der Vertiefungsrichtung Energietechnik. Interessierte Hörer anderer Studienrichtungen sind natürlich ebenfalls willkommen. Vorkenntnisse der Thermodynamik und des Rechnungswesens sind hilfreich aber nicht erforderlich.
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. habil. Manfred Christian Wirsum
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strom- und Wärmeversorgungsanlagen (401085601)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strom- und Wärmeversorgungsanlagen	1. Semester	2. Semester	-	2

Übung Strom- und Wärmeversorgungsanlagen	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Raumfahrtantriebe II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011712
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Treibstoffaufbereitung und Verbrennungsprozess bei Flüssigkeitstriebwerken 2. Auslegung von Treibstoffpumpen und Turbinen 3. Schubvektorsteuerung 4. Verbrennungsinstabilitäten 5. Auslegung und Betrieb von Testanlagen 6. Antriebe für Satelliten und Orbitalsysteme 7. Luftatmende Antriebe und Kombinationstriebwerke für wieder verwendbare Raumtransportsysteme
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden können die Treibstoffaufbereitung und den Verbrennungsprozess bei Flüssigtriebwerken beschreiben. • Sie wissen, wie Treibstoffpumpen und Turbinen auszulegen sind. • Sie verstehen das Prinzip der Schubvektorsteuerung. • Sie können mögliche Verbrennungsinstabilitäten beschreiben. • Sie wissen, wie Testanlagen auszulegen und zu betreiben sind. • Sie kennen die speziellen Antriebe für Satelliten und Orbitalsysteme sowie für wieder verwendbare Raumtransportsysteme Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Thermodynamik • Strömungsmechanik • Raumfahrtantriebe I
Literatur	Koschel, W.: Raumfahrttantriebe II, Vorlesungsmanuskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	schriftlich oder mündlich
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Raumfahrtantriebe II (401171201)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Raumfahrtantriebe II	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Raumfahrtantriebe II	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Raumfahrtantriebe I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011703
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Funktionsweise und Aufbau eines Raketentriebwerks 2. Einführung der charakteristischen Kenngrößen 3. Übersicht der Bauarten von Raketentriebwerken (chemisch, nuklear, elektrisch) 4. Gasdynamische Grundlagen der Düsenströmung 5. Düsenauslegung 6. Flüssigkeitstriebwerke: Verbrennungsgüte, Treibstoffe, Basiszyklen, Brennkammer (Geometrie, Injektorelemente, Treibstoffaufbereitung, Kühlkonzepte, Pumpensysteme) 7. Feststofftriebwerke: Komponenten, Treibstoffarten, innere Ballistik, Gestaltung der Abbrandfläche bezüglich des Schubes, Treibstoffherstellungsprozess
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Funktionsweise und den Aufbau eines Raketentriebwerks und seine charakteristischen Kenngrößen. • Sie können verschiedene Bauarten von Raketentriebwerken erläutern. • Sie beherrschen die gasdynamischen Grundlagen der Düsenströmung und können auf dieser Basis Düsen für Raketentriebwerke auslegen. • Sie kennen die Elemente von Flüssigkeits- und Feststofftriebwerken und können zugehörige Prozesse beschreiben. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Thermodynamik • Strömungsmechanik • Grundlagen der Turbomaschinen
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	schriftlich oder mündlich
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Raumfahrtantriebe I (401170301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Raumfahrtantriebe I	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Raumfahrtantriebe I	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Digitales Produktmanagement (Wahlpflichtfach)
Kennung	4023500
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Digitalisierung und Vernetzung der Produktion erhöht die Verfügbarkeit von Daten über den gesamten Produktlebenszyklus und zeigt neue Potentiale in der Wertschöpfung traditioneller Branchen. Mit den hierfür benötigten neuen Kompetenzen und Fertigkeiten geht jedoch auch ein kultureller und struktureller Wandel in der Organisation und Art der Zusammenarbeit einher. Das Seminar behandelt daher das Spannungsfeld aus traditionellem Maschinen- und Anlagenbau mit agiler Produktentwicklung und neuen Geschäftsmodellen wie Software as a Service. Es adressiert weiterhin die sich stark verändernde Rolle von Domänenexperten und -mitarbeitern in Bezug auf die von Ihnen eingesetzten Systeme, Prozesse und Produkte. Mit der Schwerpunktverlagerung der Datenanalyse von reaktiv und korrigierend zu proaktiv und prädizierend bleiben die Grundsätze des Betriebs von Maschinen und Anlagen bestehen, im Produktionsumfeld handelnde Akteure benötigen allerdings Werkzeuge, z.B. aus der Domäne des Machine Learnings, um mit einer veränderten Komplexität umgehen zu können. Um in einer humanzentrierten Produktion zukünftig informierte Entscheidungen zu treffen, bedarf es nutzerzentriert entwickelter digitaler Systeme (Smart Quality Expert-Systeme). Es werden daher zunächst die Grundbegriffe der Industrie 4.0, Machine Learning, Künstlicher Intelligenz und viele weitere abgegrenzt. In einem zweiten Schritt erfolgt eine Aufarbeitung der Unterschiede klassischer Wasserfall-basierter Entwicklungsmethoden zu den Ansätzen agiler, nutzerzentierter Entwicklung. Nach der Nutzersicht gilt es, die technischen Lösungsaspekte zu verstehen und zu bewerten. Neben Webtechnologien sind dies insbesondere Werkzeuge aus den Bereichen Data Science, Data Engineering und serverloser Architektur (Cloud). Weiterhin werden die verschiedenen Quellen und Systeme für Daten und Informationen in produzierenden Unternehmen adressiert. Dies umfasst neben ihrer strukturellen Ordnung (Automatisierungspyramide) auch die hier derzeit erfolgenden technischen und organisatorischen Veränderungen. Anhand von durchgängigen Beispielen werden die Inhalte in Kleingruppen entlang mehrerer Themenblöcke vollzogen und ausgearbeitet, um anhand der studentischen „Do it yourself“-Arbeit einen nachhaltigen Lernerfolg sicherzustellen. Use Cases aus der Industrie unterstreichen an geeigneten Stellen die theoretischen Inhalte.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen i. Was ist ein Smart Quality Expert System? - Entscheidungsunterstützung vs Autonome Entscheidung - Digitaler Zwilling und Prescriptive Analytics Methoden - Entscheidungskette: Informationsbereitstellung, Entscheidungsunterstützung, Autonome Entscheidung - Kontextspezifische Entscheidung vs. Nutzerspezifische Entscheidung ii. Welche Technologien und Techniken setze ich ein? - Grundzüge der Problemanalyse (Design Thinking) vs.Agile Produktentwicklung - UI/UX und Web-Entwicklung (Front-End und Back-End Technologien) - Plattformen und skalierbare, serverlose Infrastruktur - Datenverarbeitung und Analyse (Data Analytics) - Smart Wearables und Endgeräte iii. Welche Daten sind erforderlich und wo kommen sie her? - Daten, Informationen und Wissen - Automationspyramide vs. Steuerungen und Maschinendaten - Speicherung, Aufbereitung und Vorverarbeitung von Daten b. Verstehen i. Wo und wofür setze ich Smart Quality Expert-Systeme ein? ii. Wie nutze ich die Daten für die Zwecke des SQE-Systems? c. Anwendung i. Wie entwickle und nutze ich ein SQE System?

	ii. Welche Architektur wird benötigt? Fach- und Methodenkompetenz Die Studierenden entwickeln ein im betrieblichen Ablauf operationalisierbares Verständnis für die kunden- und problemzentrierte Entwicklung von Anwendungen nach Design Thinking. Ferner lernen sie den Einsatz und die Unterschiedene verschiedener digitaler Technologien (Web, Data Science, Data Engineering, Datenbanken, Cloud) für den Einsatz in produzierenden Unternehmen kennen und sind anschließend in der Lage, die verschiedenen Automationslevel und Datenquellen in Unternehmen zu unterscheiden, bewerten und für die Entwicklung von Smart Quality Expert-Systemen einzubinden. Anwendungskompetenz Die Studierenden sind in der Lage, Expertensysteme (Smart Quality Expert-Systeme, SQE) in der industriellen Praxis zu verstehen und für erfolgsversprechende Use Cases zu entwickeln. Im Kontext der Veränderungen von Industrie 4.0 haben sie die hierfür notwendigen technischen wie sozialen und prozessualen Fähigkeiten verinnerlicht, die sich aus dem besonderen Spannungsfeld der Anwendungsdomäne (produzierende Unternehmen) mit digitalen Technologien (Data Analytics, Web-Entwicklung, Cloud) und Vorgehensweisen (Design Thinking, SCRUM, agile Entwicklung) ergeben und die sie z.B. in einer Tätigkeit als Projektmanager benötigen. Handlungskompetenz Studierende, die das Seminar erfolgreich absolviert haben, können sich im Kontext einer späteren Tätigkeit als Qualitäts- und Produktionsmanager im Kontext der Entwicklung von Smart Quality Expert-Systemen z.B. als Projektmanager einbringen. Sie sind in der Lage, mit Experten verschiedener Fachdomänen gemeinsam Smart Quality Expert-Systeme zu entwickeln, die typischen Fallstricke im agilen Wandel (traditioneller) Unternehmen zu umgehen und positiv auf die notwendigen Veränderungen in ihren zukünftigen Organisationen einzuwirken.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Informatik im Maschinenbau oder vergleichbare Qualitätsmanagement bzw. Industrial Intelligence Interlaced Quality Management
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 80% aus der schriftlichen Hausarbeit und zu 20% aus der Präsentation.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Robert H. Schmitt
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Digitales Produktmanagement (402350001)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	2	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Digitales Produktmanagement	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Vehicle Acoustics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011421
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Basics of Acoustics • Audiology, Measuring (airborne) sound • Measuring (structure-borne) sound and vibrations • Legislation, Accelerated pass-by noise measurement procedure (ISO 362) • Engine noise • Noise and vibrations of drivetrain components • Vibrations of vehicle drivetrains • Road/tyre noise (part 1) • Road/tyre noise (part 2) • Noise and vibrations of brake systems • Power steering noise • Vehicle body noise and vibration (part 1) • Vehicle body noise and vibration (part 2) • Psychoacoustics, Sound engineering
Lernziele/Lernergebnisse	Participants gain in-depth knowledge of all relevant parts within the field of vehicle acoustics, both in theory and practise. The course is accompanied by exercises comprising comprehensive examples
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	One written exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Vehicle Acoustics (401142101)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Vehicle Acoustics	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Exercise Vehicle Acoustics	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012524
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	In der Veranstaltung „Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau“ wird die Ähnlichkeitstheorie mit ihrer systematischen Methodik an einer Vielzahl praktischer Beispiele vorgestellt. Diese Veranstaltung entspricht der Veranstaltung „Ähnlichkeitsprobleme des Maschinenbaus".Die Ähnlichkeitstheorie findet in allen Bereichen des Maschinenbaus Anwendung und wird insbesondere bei der Auslegung von Prüfständen und der Durchführung von Versuchsreihen genutzt. Zu Beginn der Veranstaltung wird das Ähnlichkeitsprinzip vorgestellt und auf die Möglichkeiten und Ziele eingegangen. Diese sind insbesondere die effiziente Durchführung experimenteller Arbeiten. Daraufhin wird die Methodik der Ähnlichkeitstheorie eingeführt, mit der aus einem Satz von Einflussgrößen ein in der Regel kleinerer Satz an dimensionslosen Kenngrößen resultiert, der die vorliegende Anwendung vollständig beschreibt. Der auf Grundlagen eingehende Teil der Veranstaltung schließt mit der Vorstellung der Grunddimensionen und der Möglichkeit, Grunddimensionen zu eliminieren, um im folgenden Vorlesungsteil fundiert die Dimensionsanalyse durchführen zu können. Im anwendungsorientierten Teil der Veranstaltung werden verschiedene Systeme im Hinblick auf die physikalischen Zusammenhänge analysiert, um charakteristische Einflussgrößen zu identifizieren. Mithilfe der Dimensionsanalyse werden daraus dimensionslose Kennzahlen abgeleitet, deren einzelne Bedeutung eingehend behandelt wird. Die Vorlesung geht dabei insbesondere auf Strömungsprobleme mit steigender Komplexität, Wärmeübertragung, Schwingungen und die Baureihenentwicklung ein. Die betrachteten strömungstechnischen Anwendungen reichen hierbei von isovolumetrischen Strömungen um Schiffe oder Kraftfahrzeuge über kompressible Strömungen um Flugzeuge bis hin zur kompressiblen instationären Strömung in Turbomaschinen. In der ähnlichkeitstheoretischen Betrachtung der Wärmeübertragung wird der Wärmetransport in Fluiden und Festkörpern einzeln und gekoppelt betrachtet, wobei auch auf die effiziente numerische CHT-Simulation (gekoppelte Strömungs- und Festkörperberechnung) eingegangen wird, dessen Rechenaufwand mithilfe der Ähnlichkeitstheorie verringert werden kann. Bestandteil der Veranstaltungskapitel ist auch immer das Modellversuchswesen. Basierend auf den ermittelten dimensionslosen Kenngrößen lassen sich für das Modellversuchswesen allgemeine Gesetzmäßigkeiten ableiten, die eine Skalierung von experimentellen Untersuchungen möglich machen. Resultat ist hierbei zum Beispiel der einzustellende Druck bei einem Windkanalversuch mit stark skaliertem Modell.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studierenden kennen das Ähnlichkeitsprinzip und sind in der Lage, es für eine Vielzahl von Fragestellungen im Maschinenbau anzuwenden. • Insbesondere in den Feldern Strömung, Mechanik und Wärmeübertragung können die Studierenden Fragestellungen ohne die Notwendigkeit der Aufstellung der beschreibenden Gleichungen analysieren. • Sie verstehen die physikalischen Grundlagen der jeweiligen Fragestellungen und können mittels einer Ähnlichkeitsbetrachtung, in der sie Kenngrößen ableiten, diese vereinfachen. Fertigkeiten und Kompetenzen:

	• Die Studierenden sind in der Lage, Grunddimensionen und Bezugsgrößen einer Anwendung zu identifizieren. • Die Studierenden können die optimale Lösung auswählen (mit den wenigsten dimensionslosen Parametern). Sie können dimensionslose Parameter in physikalisch sinnvolle und allgemein angewandte Parameter umwandeln. • Die Studierenden können die Resultate der Ähnlichkeitsbetrachtung in für die Hauptfragestellung relevante Größen umwandeln. Sonstiges: • Die Übungsaufgaben werden individuell gelöst, damit die Studierenden die Fähigkeit entwickeln, selbständig Lösungsansätze zu erarbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Strömungslehre • Wärme- und Stoffübertragung • Grundlagen der Turbomaschin
Literatur	Vorlesungsskript Empfohlene weiterführende Literatur: Kattanek / Gröger / Bode: „Ähnlichkeitstheorie“, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1967 J. Pawlowski: „Die Ähnlichkeitstheorie in der physikalischen technischen Forschung – Grundlagen und Anwendung“, 1970, ISBN 3-540-05007-5 Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York B. Kögl, F. Moser: „Grundlagen der Verfahrenstechnik“, Springer Verlag Wien GmbH, 1981, ISBN 978-3-7091-2271-6
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	-
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau (401252401)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Energy Conversion Technology (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011052
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	The starting point of this lecture is the teaching of definitions and fundamentals that are required for the analysis of energy conversion processes in general. Solid, fluid and gaseous energy carriers are examined in detail. This includes the analysis of the availability and the physical and chemical properties of the most important fossil energy carriers (e.g. coal, natural gas, oil) and of biomass derived fuels. The lecture focusses on thermal energy conversion processes. Based on the analysis of simplified thermodynamic cycles, the design of selected processes (e.g. gas turbines, steam turbines) is investigated in more detail. A section of the lecture is dedicated to examine the conversion of fossil energy carriers into heat. Based on a teaching of the fundamentals of combustion, selected combustion and heat exchanger technologies prevailing in typical energy conversion systems are discussed in more detail. Subsequently the lecture deals with the conversion of mechanical energy into heat. A special focus is given to industrial scale heat pump processes. Based on the understanding of the properties of fossil energy carriers, the next section provides an overview of the most common methods for the refinement of fossil energy carriers aiming at the production of syngas and of secondary fuels. The principles of thermal energy conversion in rotating machines are outlined. Based on an explanation of the basic functionality of turbomachines, the most important design and operational characteristics of these machines are discussed. The last section of the lecture focusses on the topic of energy conversion technologies utilizing hydraulic energy. In this section, a special emphasis is placed on water energy conversion technologies.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • The students understand the thermodynamic fundamentals of the most important energy conversion technologies. • Students understand the potential and the limits of energy conversion processes from a thermodynamic point of view. • The students understand the main functional principles and the design characteristics of the most important energy conversion technologies. • The students know the most important properties of fossil energy carriers. Fertigkeiten und Kompetenzen: • The students are able to select suiting energy conversion technologies for various application areas. • The students are able to assess the design of energy conversion systems. • The students are able to perform (simplified) calculations of energy conversion systems.

	Sonstiges: • The students are able to identify problems and to present the core of the problem in detail. • The students are able to delevop approaches to solve the problem and to select a suitable method of resolution. • Therefore, the students develop problem-solving competencies for engineering tasks.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder der mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Manfred Christian Wirsum
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Energy Conversion Technology (401105201)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Energy Conversion Technology	2. Semester	1. Semester	-	2
Exercise Energy Conversion Technology	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Fluidtechnik - Systeme und Komponenten (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013317
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Grundlagen hydraulischer Systeme 2. Verlustbehaftete Strömungen und Rohrleitungssysteme 3. Hydraulische Systeme und Netzwerke 4. Ventile I - Bauarten und Funktionen 5. Ventile II - Betätigung und Störgrößen 6. Druckflüssigkeiten, Filter und Behälter 7. Pumpen und Motoren I - Bauarten und Wirkungsgrad 8. Pumpen und Motoren II - Pulsation und Regelung 9. Dichtungstechnik, Hydraulikspeicher und Kühler 10. Klassische hydraulische Systeme 11. Nachhaltige fluidtechnische Systeme 12. Digitalisierte fluidtechnische Systeme 13. Grundlagen und Anwendungen der Pneumatik
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: In der Lehrveranstaltung erlernen die Studierenden die Grundlagen der hydraulischen und pneumatischen Antriebstechnik und ihrer Systeme. Neben einem vertieften Systemverständnis, liegt der Schwerpunkt auf der Vermittlung der hydraulischen Komponenten. Die digitale Abbildung dieser Komponenten und die Zusammenführung zu einem digitalen Modell des Systems ist ein weiterer Schwerpunkt der Lernveranstaltung mit dem Ziel des Aufbaus von digitalen Zwillingen und vorausschauender Wartung im hydraulischen System. Die Veranstaltung betrachtet die wesentlichen Inhalte: - Auslegung, Konstruktion und Berechnung hydraulischer Systeme - Digitale Abbildung der hydraulischen Komponenten und Systeme und Kopplung mit dem realen Modell über Sensorik - Grundlegender Aufbau, Vor- und Nachteile pneumatischer Systeme Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, fluidtechnische Schaltpläne lesen und erstellen zu können und die komplexen Systeme zu verstehen. Die Studierenden erlernen die Vor- und Nachteile der fluidtechnischen Antriebstechnologien auch im Vergleich zu den elektrischen, elektromechanischen und mechanischen Antriebslösungen und können die zielführendste je nach Aufgabenstellung auswählen. Sie erlernen für einfach Anwendungsfälle das hydraulische System auslegen und berechnen zu können, sowie seine Regelung zu beherrschen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Strömungsmechanik I

Literatur	K. Schmitz, Fluidtechnik – Systeme und Komponenten, Shaker Verlag Empfohlene weiterführende Literatur: Findeisen, Ölhydraulik, Springer
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Schmitz, Katharina
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fluidtechnik - Systeme und Komponenten (401331701)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fluidtechnik - Systeme und Komponenten	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Fluidtechnik - Systeme und Komponenten	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Powertrain Calibration: Propulsion Systems (Wahlpflichtfach)
Kennung	4023499
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The course provides students with a profound knowledge about the calibration of mobile propulsion systems. The development process of the system's control units is focused and the basic structure of these is explained. The different steps in the calibration process will be addressed by means of the different topics such as "Base Calibration", "Drivability", "Emission Calibration" or "On-Board Diagnostics (OBD)". Typical tasks within these areas will be identified and deepened with explicit practical examples. The challenges and special features of individual drive concepts are differentiated, so that students gain fundamental insights into conventional combustion engines as well as - under the aspect of electrification - into innovative hybrid and alternative powertrains. In parallel, the methods and tools for calibration tasks are explained. In addition to conventional test bench setups, Engine- (Eil), Hardware- (Hil) or Model-in-the-loop (Mil) approaches, which support the process of virtual calibration in a partially simulative environment and promote the development shift from the road to the test bench and the desktop ("road-to-rig-to-desktop"), are addressed. Furthermore, basics on related topics such as Design of Experiments (DoE), Artificial lntelligence (Al) and Machine learning are presented.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • The students know the essential thermodynamic and mechanical processes in mobile propulsion systems • The students know the requirements and challenges for the calibration of modern propulsion systems • The students are familiar with the different topics in the calibration process and know which contents and scopes are addressed • The students know the general structure of the propulsion system's control unit and the principles for the realization and validation of functionalities • The students know the actuators and sensors that are used for engine control and know the working principles • The students know the interactions and challenges in the calibration of the propulsion system's control parameters and their effect on the processes in these • The students know tools and methods of vehicle calibration and lheir functionalities • The students are able to define and select suitable tools and process steps for different calibration tasks Fertigkeiten und Kompetenzen: • The students are able to identify specific calibration tasks based on the relationships of characteristics and components in mobile propulsion system applications • The students are able to analyse problems independently and to define suitable process steps for their solution
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen der Verbrennungsmotoren und mobiler Antriebe, Elektronik und Elektrotechnik, Physik, Chemie, Mechanik und Thermodynamik, Grundlegende Kenntnisse der Regelungstechnik

Literatur	Bosch: Diesel-Engine Management, Wiley Bosch: Gasoline-Engine Management, Wiley
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Pischinger
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Powertrain Calibration: Propulsion Systems (402349901)	1. Semester	2. Semester	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Powertrain Calibration: Propulsion Systems	1. Semester	2. Semester	-	2
Exercise Powertrain Calibration: Propulsion Systems	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017421
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1) Einführung: Motivation, Marktrelevanz, Übersicht relevanter Verfahren 2) Selective Laser Melting: Verfahrensprinzip, Entwicklung von Prozessstrategien, Qualitäts- und Kostenoptimierung, High Power SLM 3) Laser Metal Deposition: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele 4) Selective Laser Sintering & Stereolithographie: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele 5) Dünnschicht-Verfahren: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele 6) Werkstoffe & Prozesskontrolle: Materialklassen, Eigenschaften & Einsatzgebiete, Materialherstellung und Qualitätssicherung, Qualitätsaspekte in der Additiven Fertigung, Systemtechnik und Prozesssensorik, Steuerung & Regelung von Laserfertigungsprozessen 7) Design for Additive Manufacturing I: Agiles Projektmanagement in der Additiven Fertigung, Erweiterung der CAE Prozesskette, Software AM, AM gerechte Produktentwicklung 8) Design for Additive Manufacturing II: Simulationsgetriebene Designprozesse (Topologieoptimierung, Integration von Gitterstrukturen, Funktionsintegration) 9) Arbeitsvorbereitung I: Jobvorbereitung (Datenkontrolle und Aufbereitung, CAM (SLM vs. LMD), Teileplatzierung & Materialhandling, Arbeitssicherheit und Umwelt. 10) Arbeitsvorbereitung II: Simulation (Schmelzdynamik, Wärmetransport, Gefüge, Spannungen, Gasströmung und Düsenauslegung) 11) Folgeprozesse: Wärmenachbehandlung, Oberflächenfinishing, Hybridanwendungen, Automatisierungskonzepte. 12) Anwendungsfelder und Märkte: Heutige Anwendungsfelder & Erwartete Entwicklungen, Wirtschaftlichkeit, Ggfs. Rechtsfragen 13) Zusammenfassung und Future Trends: Schlüsseleigenschaften der AM- Technologie, Übersicht der physikalischen und digitalen Prozesskette, Ausblick
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: - Die Studierenden kennen die wesentlichen AM-Verfahren sowie deren grundlegenden Eigenschaften und Anwendungen. - Die Studierenden sind in der Lage die AM-Technologien gegenüber konventionellen Fertigungsverfahren abzugrenzen. - Die Studierenden haben Kenntnis über AM-spezifische Konstruktionsregeln sowie simulationsgetriebene Designprozesse. Zudem sind Ihnen die wesentlichen vor- und nachgelagerten Prozessschritte sowie die Wechselwirkungen entlang der digitalen und physischen Prozesskette bekannt.

	- Die Studierenden kennen die wesenllichen Einflussfaktoren auf die wirtschaftliche Anwendbarkeit der AM-Technologie. - Die Studierenden haben Kenntnis über angrenzende Themengebiete, welche mit den heutigen Anwendungsfeldern und den erwarteten Entwicklungen einhergehen. Fertigkeiten und Kompetenzen: - Die Studierenden sind in der Lage Lösungen zu vorgegebenen Fragestellungen selbstständig zu erarbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: - Kenntnisse der Fertigungstechnik - Kenntnisse der Wärme- und Stoffübertragung - Kenntnisse der Lasertechnik
Literatur	Vorlesungsskript, Übungsaufgaben
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Johannes Schleifenbaum
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse (401742101)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Ausgewählte Kapitel der Energieanlagen und Flugantriebe (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012539
Version	V2_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Turbomaschinen spielen in weiten Teilen unseres Lebens eine bedeutende Rolle. Sie sind Antriebe nahezu aller modernen Flugzeuge, werden im Bereich der Stromerzeugung eingesetzt oder sind wichtiger Bestandteil in Anlagen der Prozessindustrie. Dabei werden immer höhere Anforderungen in Bezug auf Effizienz, Emissionen und Leistungsfähigkeit gestellt. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können ist ein tiefes Verständnis der Thermodynamik, Aerodynamik und Strukturmechanik von Turbomaschinen erforderlich. Die Turbomaschinenindustrie und daran angeschlossene Industriezweige sind sehr vielseitig und bieten zahlreiche interessante komplexe Themenbereiche. In der Vorlesung „Ausgewählte Kapitel der Energieanlagen und Flugantriebe“ werden aktuelle Herausforderungen in der Turbomaschinen- und Energietechnik von Vertretern aus Forschung, Industrie und Politik vorgestellt und erläutert. Der Vorlesungsinhalt wechselt jedes Semester, sodass stets eine hohe Aktualität der vorgetragenen Themen sichergestellt werden kann. Beispiele für vergangene und wiederkehrende Vorlesungsinhalte sind alternative Antriebskonzepte (z.B. Hybrid-elektrisch), Wartung und Instandsetzung von Turbomaschinen sowie deren zukünftige Anwendungsbereiche. Die detaillierten Inhalte der jeweiligen Semester werden vom Institut für Strahlantriebe und Turbomaschinen (IST) oder vom Institut für Kraftwerkstechnik, Dampf- und Gastrubinen (IKDG) bekannt gegeben. Die beiden Institute sind alternierend für den Inhalt der Vorlesung verantwortlich.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden erhalten Einblick in aktuelle Problemkreise im Bereich der Kraftwerksund Turbomaschinentechnik und kennen die Schwerpunkte laufender Forschungsthemen. • Durch Vorträge aus der Industrie und Forschung sind die Studierenden in der Lage, aktuelle Fragestellungen und Diskussionen der Öffentlichkeit im Bereich der Energietechnik zu analysieren und bewerten zu können. • Durch die große fachliche Breite und die inhaltliche Kompetenz der verschiedenen Vorträge sind die Studierenden fähig, sich einen umfassenden Einblick über das jeweils behandelte Themengebiet zu verschaffen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind fähig, Problemstellungen eigenständig zu erkennen, zu formulieren und geeignete Lösungsansätze zu erarbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vortragsunterlagen
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Hausarbeit und/oder ein Kolloquium
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke Universitätsprofessor Dr.-Ing. habil. Manfred Christian Wirsum
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Ausgewählte Kapitel der Energieanlagen und Flugantriebe (401253901)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Ausgewählte Kapitel der Energieanlagen und Flugantriebe	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Ausgewählte Kapitel der Energieanlagen und Flugantriebe	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Aerothermal Design of Space Transportation Systems (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014418
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Raumfahrtmissionen und Raumfahrzeuge • Atmosphärische Eigenschaften der Planeten • Strömungregime in Anhängigkeit der Machzahl • Strömungsregime in Abhängigkeit der Reynoldzahl • Strömungsregime in Abhängigkeit der Knudsenzahl • Vorentwurfsmethoden für Raumfahrzeuge • Viskose Effekte auf das Raumfahrzeugdesign • Einfluss des Grenzschichtumschlags auf das Raumfahrzeugdesign • Methoden zur Reduzierung von Transitionseinflüssen • Einfluss der starken Strömungsinteraktionen auf das Raumfahrzeugdesign • Hochenthalpieeffekte während des Hyperschallfluges • Wärmeübertragung in Hochenthalpieströmungen • Oberflächenkatalyzität • HitzeschutzsystemeCMC-Strukturen • Ablationsmaterialien • Strömungs-Struktur-Wechselwirkung während des Hyperschallfluges • Spektroskopische Methoden für die Strömungscharakterisierung • Methoden zur Materialcharakterisierung • Aerodynamische Stabilität von Raumfahrzeugen • Methoden zur Bestimmung der statischen und dynamischen Beiwerten • Health-Monitoring bei Raumfahrzeugen • ThermalmanagementPlasma-Strömungskontrolle • Qualifizierungsanlagen für Raumfahrzeugkomponenten • Numerische Simulationswerkzeuge • Design von Hyperschallflugexperimenten • Kritische Aspekte des Hyperschallfluges • Postfluganalyse
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studenten erwerben Wissen auf dem Gebiet der Raumtransporttechnologien Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Strömungsmechanik I, II • Thermodynamik • Gasdynamik
Literatur	Vorlesungsunterlagen • Hypersonic and High Temperature Gas Dynamics, J.D. Anderson

	• Selected Aerothermodynamics Design Problems of Hypersonic Flight Vehicles, E.H. Hirschel, C. Weiland
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Oral Exam Aerothermal Design of Space Transportation Systems (401441801)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture/Exercise Aerothermal Design of Space Transportation Systems	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Automated and Connected Driving Challenges - Course (Wahlpflichtfach)
Kennung	4025905
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Dieses Modul führt Studierende an aktuelle wissenschaftlichen Herausforderungen im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens heran. Zu diesen Herausforderungen kann im Modul "Automated and Connected Driving Challenges - Research Project" anschließend eine eigenständige Forschungsarbeit erstellt werden. Dies ist allerdings nicht verpflichtend. Im vorliegenden Modul werden theoretische und praktische Grundlagen geschaffen, die Studierende befähigen, eigene Forschung im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens durchzuführen. Die vorgestellten wissenschaftlichen Herausforderungen werden größtenteils auch in aktuellen nationalen und internationalen Projekten behandelt. Studierende erhalten damit die Chance, aktuelle Forschungsinhalte kennenzulernen, zu diesen beizutragen und ein wissenschaftliches Paper zu veröffentlichen. Studierende erwerben in diesem Modul Fertigkeiten in folgenden Bereichen: • Funktionsentwicklung für automatisierte und vernetzte Fahrzeuge, • Programmieren in Python und C++, • Entwicklung von Softwaremodulen für das Robot Operating System, • Künstliche Intelligenz, Deep Learning, Neuronale Netzwerke, • Sensordatenverarbeitung (Kamera, Lidar, ...), • Umfeldmodellierung (Datenfilter, Datenfusion, Objekttracking), • Verhaltensplanung (Routenplanung, Manöverplanung, Trajektorienplanung), • kooperatives und vernetztes Fahren.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Studierende können • aktuelle wissenschaftliche Herausforderungen im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens benennen und erklären. • die wichtigsten Funktionen automatisierter und vernetzter Fahrzeuge benennen und erklären. • erklären, wie verschiedene Softwaremodule in automatisierten und vernetzten Fahrzeugen interagieren. • die Rolle von KI Technologie in automatisierten und vernetzten Fahrzeugen erklären. • grundlegende Funktionsweisen des Robot Operating System benennen und erklären. Fertigkeiten und Kompetenzen: Studierende • sind dazu in der Lage, zu aktuellen wissenschaftlichen Herausforderungen im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens beizutragen. • können Funktionen für das automatisierte und vernetzte Fahren in C++ und Python programmieren. • können ihre entwickelten Funktionen in das Robot Operating System integrieren. • können neuronale Netzwerke trainieren, z.B. mit Tensorflow. • sind dazu in der Lage, die von ihnen entwickelten Funktionen zu evaluieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlegende Programmiererfahrung (Python, C++) • Grundlegende Erfahrung mit Linux,

	Das Modul "Automotive Engineering IV - Automated Driving" kann hilfreich beim Verständnis der Inhalte dieses Moduls sein.
Literatur	Deep Learning - I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow - A. Géron
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The course grade results 100% from the exam grade.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Automated and Connected Driving Challenges - Course (402590501)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Automated and Connected Driving Challenges - Course	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Informatik im Maschinenbau (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010974
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Die Lehrveranstaltung Informatik im Maschinenbau vermittelt wesentliche Grundlagen der Informatik mit besonderem Augenmerk auf Fähigkeiten, die für die Lösung von Problemen in den Ingenieurswissenschaften relevant sind. Thematischer Schwerpunkt der Veranstaltung liegt auf dem Erlernen der Grundlagen des Programmierens und der modernen Programmiersprache Python. Ferner werden Einblicke in wesentliche Bereiche der Informatik wie Software Engineering, Algorithmen und Datenstrukturen, und Künstliche Intelligenz (KI) gegeben. Die Vorlesung wird begleitet durch Übungen, sowie Programmierprojekte. Die Themen der Lehrveranstaltung umfassen insbesondere: - Grundlagen der Programmierung (Python) - Objektorientierte Programmierung (Python) - Rechnerarchitektur - Techniken des Software Engineering - Algorithmen und Datenstrukturen - Einführung in Data Science und Künstliche Intelligenz
Lernziele/Lernergebnisse	Nach Besuch dieser Lehrveranstaltung kennen die Studierende die Konzepte der prozeduralen und objektorientierten Programmierung sowie des Software Engineering. Sie können eigenständig und im Team aus einer komplexen Problemstellung eine prozedurale oder objektorientierte Programmstruktur erstellen. Des Weiteren kennen die Studierenden wichtige Algorithmen und Datenstrukturen. Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte hinter den Begrif-fen Data Science und Künstlicher Intelligenz. Das erlangte theoretische Wissen können die Studierenden in der Programmiersprache Python praktisch umsetzen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundlagen der Mathematik, z.B. Mathematik 1
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Sebastian Trimpe

ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Informatik im Maschinenbau (401097401)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Informatik im Maschinenbau	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Vorlesung Informatik im Maschinenbau	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Gasdynamik realer Gase II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4026525
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Eingefrorene Strömung, Thermische Zustandsgleichung, Spezialfälle 2. Vibrations- und chemische Reaktionsgeschwindigkeiten, Nichtgleichgewichtseffekte Vibrationsgeschwindigkeitsgleichung 3. Entropieproduktion durch Vibrations-Nichtgleichgewicht, Berechnungsmodel 4. Chemische Reaktionsgeschwindigkeitsgleichungen, Allgemeine Betrachtung Dissoziationsreaktion, Annahmen, Arrhenius-Gleichung 5. Bei Stößen involvierte Energie, Aktivierungsenergie, Stoßfrequenz 6. Reaktionsgeschwindigkeitsgleichung ftlr Dissoziations-Rekombinations-reaktionen Hin- und Rückreaktionskonstanten 7. Geschwindigkeit chemischer Reaktionen für komplexe Gemische 8. Hochtemperaturluft, Bedeutende Elementarreaktionen, Reaktionskonstanten 9. Symmetrisches, zweiatomiges Gas, Ideal dissoziierendes Gas Geschwindigkeitsgleichung 10. Generalisierte Reaktionsgewschwindigkeitsgleichungen 11. Lokale Relaxationszeit, Kleine Abweichung vom Gleichgewicht 12. Strömung mit Vibrations- oder chemischen Nichtgleichgewicht
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studierenden erkennen und verstehen die wichtigsten Fragestellungen der Hochtemperatur-Gasdynamik. • Sie erlernen die wichtigsten Theorien des physikalischen und chemischen Nichtgleichgewichts gasdynamischer Prozesse. • Sie verstehen die Grundlagen der vibrationalen Anregung und Relaxation. Fertigkeiten und Kompetenzen: • Die Studierenden sind in der Lage, Fragestellungen der Hochtemperatur-Gasdynamik selbstständig und systematisch zu analysieren und zu lösen. • Sie sind fähig, Aufgabenstellungen des physikalischen und chemischen Nichtgleichgewichts zu verstehen und passende Lösungsmethoden auszuwählen und anzuwenden. • Die Studierenden beherrschen die Grundlagen zur Berechnung von nichtgleichgewichts Prozessen in realen Gasen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Teilnahme an Vorlesung Gasdynamik realer Gase 1 Gasdynamik
Literatur	Vorlesungsumdruck Gasdynamik realer Gase
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	-

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alexander Heufer
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Gasdynamik realer Gase II (402652501)	2. Semester	1. Semester	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Gasdynamik realer Gase II	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Gasdynamik realer Gase II	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Automated and Connected Driving Challenges - Research Project (Wahlpflichtfach)
Kennung	4025906
Version	-
Dauer (Semester)	Dreisemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	In diesem Modul führen Studierende ein Forschungsprojekt durch, welches zu einer der wissenschaftlichen Herausforderungen im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens beiträgt. Diese Herausforderungen werden im Modul "Automated and Connected Driving Challenges - Course" vorgestellt. Letzteres sollte vor diesem Modul absolviert werden, falls Studierende nicht bereits durch Erwerb entsprechender Kenntnisse an anderer Stelle hinreichend dazu in der Lage sind, zu einer der wissenschaftlichen Herausforderungen beizutragen. Studierende nutzen Wissen und Kompetenzen aus dem genannten Modul, um hier eigene Forschung durchzuführen. Dabei werden sie vom Kursteam unterstützt. Die wissenschaftlichen Herausforderungen werden größtenteils auch in aktuellen nationalen und internationalen Projekten behandelt. Studierende erhalten damit die Chance, zu aktueller Forschung beizutragen und ein Paper zu veröffentlichen. Studierende vertiefen ihre Kenntnisse in mehreren der folgenden Aspekte: • Funktionsentwicklung für automatisierte und vernetzte Fahrzeuge, • Programmieren in Python und C++, • Entwicklung von Softwaremodulen für das Robot Operating System, • Künstliche Intelligenz, Deep Learning, Neuronale Netzwerke, • Sensordatenverarbeitung (Kamera, Lidar, ...), • Umfeldmodellierung (Datenfilter, Datenfusion, Objekttracking), • Verhaltensplanung (Routenplanung, Manöverplanung, Trajektorienplanung), • kooperatives und vernetztes Fahren. Das Forschungsprojekt kann auch von einer Gruppe von Studierenden durchgeführt werden. Am Ende des Moduls reichen die Studierenden ein kurzes Paper sowie ihren entwickelten Source Code ein und stellen ihr Forschungsprojekt in einer Präsentation dar. Das Forschungsprojekt kann gut als Möglichkeit genutzt werden, sich auf eine Masterarbeit vorzubereiten.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Studiernde können • aktuelle wissenschaftliche Herausforderungen im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens benennen und erklären. • eine dieser wissenschaftlichen Herausforderungen, welche sie in Ihrem Forschungsprojekt aufgreifen, auch im Detail erklären. • mit ihrem Forschungsprojekt zusammenhängende wissenschaftliche Literatur benennen und Forschungsansätze daraus erklären. • den Ansatz erklären, welchen Sie zur Bewältigung der wissenschaftlichen Herausforderung in ihrem Forschungsprojekt gewählt haben. Fertigkeiten und Kompetenzen: Studierende • sind dazu in der Lage, zu aktuellen wissenschaftlichen Herausforderungen im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens beizutragen. • können Funktionen für das automatisierte und vernetzte Fahren in C++ und Python programmieren. • können ihre entwickelten Funktionen in das Robot Operating System integrieren. • können neuronale Netzwerke trainieren, z.B. mit Tensorflow. • sind dazu in der Lage, die von ihnen entwickelten Funktionen zu evaluieren. • sind dazu in der Lage, zu einer der wissenschaftlichen Herausforderungen mittels eines Forschungsprojekt (in einer Gruppe) beizutragen. • sind dazu in der Lage, ihre Forschungsarbeit in einem Paper zu beschreiben. • sind dazu in der Lage, ihre Forschungsarbeit in einer Präsentation darzustellen.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Das Modul "Automated and Connected Driving Challenges - Course" sollte vor diesem absolviert werden. • Programmiererfahrung (Python, C++) • Erfahrung mit Linux • Erfahrung mit dem Robot Operating System
Literatur	Deep Learning - I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow - A. Géron
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The grade of the research project is the grade of the presentation (composed of 7/10 short paper + code (homework) and 3/10 oral presentation)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Automated and Connected Driving Challenges - Research Project (402590601)	2. Semester	1. Semester	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Automated and Connected Driving Challenges - Research Project	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Nonlinear Structural Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012290
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Introduction and motivation: • Brief review of FE discretisation (solid vs. shell elements) • Brief review of linear statics and dynamics of structures • Structural nonlinearity: stress stiffening/softening, buckling, effect on nonlinear vibrations • Review of classical kinematical hypotheses (Bernoulli / Kirchhoff-Love), shortcomings, necessity of refined hypotheses • Index notation, Einstein summation convention • Kronecker symbol and associated rules • Scalar and vector product, matrix multiplication in index notation • Convected coordinates, parameter lines for a 3-D body • Co- and contravariant base vectors • Examples: cylindrical and spherical geometry • Co- and contravaiant metric tensor components • Co- and contravariant vector and tensor components • Vector product of base vectors, permutation tensor, metric tensor determinant • Surface parameter lines • Co- and contravariant surface base vectors, normal vector • Surface metric and permutation tensor • Equations of Gauss and Weingarten • Christoffel symbols • Curvature tensor of a surface • Geometrical considerations (length, area and volume elements) in the shell space, at the reference surface, at the bounding surfaces, and at the lateral boundary • Deformed configuration • Base vectors of the deformed configuration • Covariant derivative • Shifter tensor, mean and Gaussian curvature • Principle of virtual displacements • Internal and external virtual work • Definition of stresses and strains • Strain tensor for von Kármán-type nonlinearity • Strain-displacement relations for tangential, transverse shear and transverse normal strains • First-order shear deformation hypothesis • Interpretation of the kinematical variables, rotations at the reference surface • Outlook: Refined hypotheses • Nonlinear strain-displacement relations for first-order shear deformation (Reissner-Mindlin) plate and shell theory • Transition to Kirchhoff-Love plate and shell theory / Bernoulli beam theory • Internal virtual work • Internal stress resultants • Theorem of Gauss • External virtual work (surface tractions, body forces, inertia forces) • Surface load couples, boundary load couples • Body couples, inertia couples • Nonlinear equilibrium equations • Static boundary conditions
Lernziele/Lernergebnisse	In this course, students shall acquire the following:

	Knowledge / Understanding: Students • shall know the important steps and features of consistent modeling of 2-D and 1-D structures for linear and nonlinear static and dynamic analysis. • shall be able to understand structural theories (e.g. in commercial FE-codes, in scientific publications etc.), to classify them, and to estimate the consequences of underlying hypotheses for the quality of obtainable simulation results. Abilities / Skills: Students • shall be able to analyse static and dynamic simulation results with respect to the quality of the adopted structural model. • are expected to transfer theoretical models to actual engineering problems of statically or dynamically loaded beam, plate and shell structures (e.g. arbitrary geometries, arbitrary boundary conditions, arbitrary material and ply lay-up). Competencies: Students • shall be able to critically assess the applicability, consistency and correctness of structural models. • shall be able to use their obtained knowledge in order to
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	recommended: • Basic knowledge in mechanics (statics, strength of materials, dynamics)
Literatur	• Lecture Notes • A. H. Nayfeh, P. F. Pai: Linear and Nonlinear Structural Mechanics, Wiley-Interscience, 2004
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Prof. Dr.-Ing. Marcus Stoffel
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Nonlinear Structural Mechanics (401229001)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Nonlinear Structural Mechanics	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Nonlinear Structural Mechanics	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Numerical Methods in Mechanical Engineering (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011449
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The content of the course is to provide a map to follow the long and winding road from intuitional perception to the mathematical formulation of engineering problems. The content is summarized as follows: • Selected assumptions and mathematical tools to formulate problems • An overview of several solution methods: analytical solutions, approximate solutions, direct approximation, approximate solution after transformation of the problem • An overview of selected types of physical problems: discrete systems, continuous systems, equilibrium problems, eigenvalue problems, propagation problems • Integral formulations • Weak formulation of problems • The Method of Weighted Residuals • Introduction to variational calculus • Functionals • Functionals associated with an integral form • The stationarity principle • Stationarity conditions • Examples from mechanics • The method of Lagrange multipliers • Mixed and complementary formulations • Catalogue of functionals used in continuum mechanics and their specific features • Discretisation of integral forms • Collocation by points • Collocation by subdomains • Galerkin’s method Least Squares Method Examples • Ritz' method • Examples • Numerical integration • Newton-Cotes method • Gauss method Examples: • The Finite Element Method, Shape functions, construction of finite elements • Matrix representation in the FEM, Stiffness matrix, Boundary conditions • Examples from structural engineering, Software packages in engineering
Lernziele/Lernergebnisse	Overall goal: The students will gain theoretical background of numerical methods commonly used in mechanical engineering. In particular, the physical formulations are discussed based on which the corresponding mathematical formulations for large-scale numerical methods are presented. In this course, students shall acquire the following:

	Knowledge / Understanding The students will understand • the theoretical foundations of current numerical methods in engineering • the bridge between the physical formulation of a problem and the mathematical description suited to implement numerical approximation methods • the steps and transformations required to implement numerical methods Abilities / Skills The students are able to • apply approximation techniques and analyse the results obtained by various numerical methods • use their acquired knowledge to develop state-of-the-art approximation methods • critically judge the consistency and correctness of numerical methods • apply variational methods to obtain formulations of a problem of differential equations • construct basis functions compatible with the boundary conditions • construct and apply a variety of approximation methods based on the WRM (collocation by points, collocation by subdomains, Galerkin's method, least squares method, Ritz method) • solve constrained optimization problems by using the Lagrange Multipliers Method • construct the associated energy potential and to apply the stationary principle for a conservative mechanical problem • apply basic tools of numerical integration
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-none-
Literatur	• Lecture Notes • Dhatt, G., Touzot, G.: The Finite Element Method Displayed. Wiley, New York, 1984. • Finlayson, B.A.: The Method of Weighted Residuals and Variational Principles. Academic Press, New York, 1972. • Reddy, J.N.: Energy and Variational Methods in Applied Mechanics. Wiley, New York, 1984. • Lemaitre, J., Chaboche, J.-L.: Mechanics of Materials, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1994. • König, J.A.: Shakedown of Elastic-Plastic Structures. Elsevier, Amsterdam, 1987.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written exam or oral exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert Dr. rer. nat. Michael Ban
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Numerical Methods in Mechanical Engineering (401144901)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	7	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Numerical Methods in Mechanical Engineering	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3
Tutorial Numerical Methods in Mechanical Engineering	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Model Order Reduction in Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011493
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Introduction and motivation: Basic structural dynamics problems, necessity of model order reduction 2. Review of finite element analysis: basic equations, weak formulation and implementation with examples 3. Review of solution methods: especially numeric time integration schemes for structural dynamics problems and implementation with examples 4. Model order reduction for linear problems: e.g. static condensation, modal truncation,... and implementation with examples 5. Review of nonlinear problems in structrural dynamics: e.g. materially-nonlinear systems, problem formulation, numeric time integration, computational expensive implementations with examples 6. Model order reduction for nonlinear problems: e.g. modal truncation for slightly nonlinear systems, proper orthogonal decomposition 7. Implementation of model order reduction for nonlinear problems: focus on numeric time integration in the nonlinear reduced subspace 8. Introduction of unconventional methods in numerical mechanics: computational intelligence and machine learning, introduction of Google tensorflow 9. Computational intelligence as a learning dynamic system: learning process of hysteretic behaviour and implementation with examples 10. Presesntation of selected state of the art literature, e.g. published papers within the last few years (also prublications within the institute)
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge / Understanding: Overall goal: After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes: They will 1. understand the numerical problems in structural dynamics both linear as well as nonlinear computations, especially, in the case of high dimensionality (motivation) 2. understand the implementation of finite element codes for linear and nonlinear problems and be able to apply the inhouse tool of the institute as well as the generation of small extensions 3. understand and implement numeric time integration schemes for linear and nonlinear systems and see the necessity of model order reduction techniques 4. understand different methods and strategies for model order reduction in structural dynamics 5. implement model order reduction strategies, especially in connection with numeric time integration and compare responses in the reduced subspace with those of the physical space 6. understand some important state of the art problems in nonlinear model order reduction presented in the relevant journals 7. understand unconventional model order reduction methods based on machine learnning in linear and nonlinear structural mechanics Abilities / Skills Students are able to 1. implement algorithms for numeric time integration schemes in linear and nonlinear finite element analysis 2. select the right integration scheme and see the benefit of model order reduction strategies 3. implement algorithms for numeric time integrations schemes in reduced subspaces both for linear as well as nonlinear systems 4. select appropriate machine learning algorithms for the selected linear or nonlinear dynamic problems.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	required: none recommended: It is advantageous to be familiar with the foundations of the finite element method as well as numeric integration schemes
Literatur	recommended: Qu.; Z.Q.; Model Order Reduction Techniques with Applications in Finite Element Analysis, Springer Verlag 2004. Clough, R.W., Penzien J.; Dynamics of Structures. Mcgraw Hill Book Co 1996. Bathe, K.J.; Finite Element Procedures, Prentice Hall, 1996,
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	A written or oral exam (depending on the number of students)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Model Order Reduction in Mechanics (401149301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Model Order Reduction in Mechanics	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Exercise Model Order Reduction in Mechanics	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Sensortechnik und Signalverarbeitung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012440
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Elektrische Grundschaltungen • Sensoren als Systemkomponenten • Signaltransformationen • Digitale Signalverarbeitung • Signalfilterung • Signalübertragung • Korrelationstechnik • Nichtlineare Systeme • Elektromagnetische Sensoren • Kapazitive und Piezoelektrische Sensoren • Thermoelektrische Sensoren • Optische Signalübertragung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Vorlesung bietet einen tiefen Einblick in die Themen Sensorik und Datenübertragung bzw. Verarbeitung. • Der Studierende kennt die physikalischen und technischen Funktionsprinzipien wichtiger Sensortypen. • Der Studierende kann grundlegende Verfahren zur Auswertung, Interpretation und kritischen Hinterfragung von Messergebnissen anwenden. • Der Studierende kennt zudem die Verfahren zur Übertragung, Analyse und technischen Weiterverarbeitung der Messsignale. Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Modul Messtechnik
Literatur	• J.-R. Ohm, H.-D. Lüke: Signalübertragung - Grundlagen der digitalen und analogen Nachrichtenübertragungssysteme, Springer (2010) • Elektrische Messtechnik: Analoge, digitale und computergestützte Verfahren, Springer (2007) • J. Niebuhr: Physikalische Messtechnik mit Sensoren, 6., aktual. Aufl.,München, Oldenbourg Industrieverl. (2011) • Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Sensortechnik und Datenverarbeitung (401244001)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Sensortechnik und Datenverarbeitung	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Sensortechnik und Datenverarbeitung	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Computational Multiphysics (Wahlpflichtfach)
Kennung	5226454
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Introduction to coupled problems 2. General physical and mathematical foundations 3. Generalized kinematic and kinetic quantities 4. Mass balance: Transport and diffusion 5. Momentum balance: Equilibrium and motion 6. Energy balance: Heat and energy transfer 7. Dissipation inequality for coupled problems 8. Weak form description of coupled problems 9. Finite element discretization 10. Example: Thermo-mechanics 11. Example: Chemo-mechanics 12. Example: Electro-mechanics ;
Lernziele/Lernergebnisse	During the course students will learn about coupled problems involving different physical fields and study various example cases that are relevant to science and engineering. After successfully completing this course, the student will have achiieved the following learning goals: Knowledge / Understanding: a) Students can identify the different physical ingredients of coupled problems b) Students understand how coupled model formulations are derived from general principles c) Students know how computational methods for coupled problems can be constructed Abilities / Skills: a) Students are able to develop new constitutive models for coupled problems b) Students are able to derive and implement finite element methods for coupled methods c) Students are able to assess the accuracy and efficiency of numerical formulations of coupled problems
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	none
Literatur	1. Lecture Notes, Presentation Slides, Exercises

	2. S. Bulent Biner, Programming Phase Field Modeling, Springer, 2017. 3. DAMASK – The Du#sseldorf Advanced Material Simulation Kit for modeling multi-physics crystal plasticity, thermal, and damage phenomena from the single crystal up to the component scale, Computational Materials Science 158, 420-478, 2019.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Oral exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	-
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Computational Multiphysics (522645401)	3. Semester	4. Semester	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Computational Multiphysics	3. Semester	4. Semester	-	3
Exercise Computational Multiphysics	3. Semester	4. Semester	-	2

Modultitel	In Situ Spectroscopy for Process Control (Wahlpflichtfach)
Kennung	1525699
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Grundlagen der Spektroskopie-Arten UV, Vis, MIR, NIR, ATRMIR, Raman, NMR; ex-situ/in-situ/ operando; Vorstellung verfügbarer Geräte; Beispiele aus der Produktion; Probleme und Lösungsansätze; regelungstechnische Grundlagen ;
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden können bei Fragestellungen aus der chemischen Produktion fundierte Vorschläge zur Implementierung spektroskopischer Methoden machen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Referat benotet
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisation: Modulangebotsverantwortung Chemie Modulverantwortung: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Marcel Liauw
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung In Situ Spectroscopy for Process Control (152569901)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
In Situ Spectroscopy for Process Control	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Hardware-in-the-Loop Labor für mobile Antriebe (Wahlpflichtfach)
Kennung	4027315
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Infolge immer strengerer Emissionsgesetzgebungen nimmt die Elektrifizierung und Hybridisierung von Fahrzeugantrieben und somit der Entwicklungsaufwand laufend zu. Die Virtualisierung und Digitalisierung stellt eine Möglichkeit dar, dem gesteigerten Entwicklungsaufwand bei gleichzeitiger Forderung nach kurzen Entwicklungszeiten und geringen Entwicklungskosten zu begegnen. Bei diesem Ansatz werden Tests, welche konventionell an Prototypenfahrzeugen durchgeführt werden, mithilfe von Prüfständen in frühere Entwicklungsphasen vorverlagert. Eine Möglichkeit ist die Durchführung von Hardware-in-the-Loop (HiL)-Tests, bei denen reale Komponenten in eine Echtzeitsimulation des modellierten Gesamtfahrzeugs in einer virtualisierten Umgebung eingebunden und flexibel getestet werden. Zu Beginn dieses Moduls werden den Studierenden die notwendigen Grundlagen zum Verständnis von HiL-Methoden näher gebracht. Es wird ein Überblick über HiL-Systeme, elektrotechnische Grundlagen, automotive Bussysteme und Echtzeitmodellierung gegeben. Des Weiteren erhalten die Studierenden Einblicke in den Aufbau und die Funktionsweise elektrischer Antriebsstränge. Der Fokus liegt dabei auf dem Erlernen methodischer Kompetenzen im Bereich des HiL-Testings an exemplarischen HiL-Prüfständen für ein Batteriemanagementsystem (BMS) und einer elektrischen Traktionsmaschine. Im weiteren Verlauf dieser Lehrveranstaltung werden die erlernten methodischen Kompetenzen in Kleingruppenübungen an Hil-Prüfständen demonstriert. In einem ersten Schritt werden die elektrotechnischen Grundlagen im Rahmen praktischer Übungen am HiL-Simulator erarbeitet. Die automotiv relevanten Sensor- und Signalarten sowie Ein- und Ausgange werden den Studierenden vermittelt. Aufbauend auf diesem Wissen wird der HiL-Aufbau durch die Studierenden selbstständig um die Signalleitungen ergänzt. Die zur Simulation notwendigen Echtzeitmodelle werden von den Studierenden erweitert und die Ein-/ Ausgangsschnittstellen (I/Os) der Hardware mit dem Simulator verknüpft. Eine Restbus-Simulation eines CAN-Netzwerkes wird von den Studierenden durchgeführt und analysiert. Des Weiteren werden den Studierenden die Funktionalitäten von BMS mittels eines BMS HiL-Simulators nähergebracht. Die Regelung einer permanenterregten Synchronmaschine wird über einen HiL-Simulator für das entsprechende Steuergerät implementiert und appliziert. Mittels eines HiL-Simulators für ein Steuergerät und Aktoren sowie Sensoren eines Verbrennungsmotors eignen sich die Studierenden Fertigkeiten zur Fehleridentifikation und erweiterte Messtechniken in einer Closed-Loop Regelung an.
Lernziele/Lernergebnisse	<u>Wissen und Verstehen:</u> Die Studierenden erlangen Kenntnisse in: • Hardware-in-the-Loop (HiL)-Methoden, wie den Aufbau von HiL-Setups, der Entwicklung von echtzeitfähigen Simulationsumgebungen und Durchführung sowie Analyse von HiL-Tests • der Einordnung von HiL-Methoden in die automotive SW-Entwicklung (V-Modell) und die Antriebsentwicklung (Steuergerätekalibrierung) • Anwendungsfelder von HiL-Methoden im automobilen Kontext • Echtzeitmodellierung und -simulation in HiL-Anwendungen • Elektrotechnik-Grundlagen und Sensor- und Signaltheorie für HiL-Prüfstände • praktischen Implementierung und Umsetzung der Testfälle am HiL • der in der Industrie etablierten Toolkette für HiL-Aufbau und -Anwendungen • automobilen Bussystemen und ihrer Funktionsweise im Regelungsverbund • automobil relevanten Inputs und Outputs (1/0) bei Steuergeräten sowie deren Simulation

- Aufbau und Funktionsweise elektrischer Antriebsstränge
- Batteriemodulen, Batteriemanagementsystemen (BMS) und BMS Funktionalitäten
- Regelung permanenterregter Synchronmaschinen
- Grundlagen der echtzeitfähigen Modellierung elektrischer Antriebsstrangkomponenten mittels Field Programmable Gate Array (FPGA) Programmierung

Fertigkeiten und Kompetenzen:

Die Studierenden erlangen folgende Fertigkeiten und Kompetenzen:

- Umgang mit HiL-Werkzeugen zum Aufbau eines HiL-Profstandes mit realen Steuergeräten
- Analyse und Bewertung von Ergebnissen aus Hil (Simulationsergebnisse mit 1/0-, Strecken- und Regelungsmodellen)
- Einordnung des HiL-Aufbaus und -Anwendungen im automobilen SW-Entwicklungsprozess
- Umgang mit HiL-Werkzeugen zur Analyse und Bewertung von Testfällen realer Hardwarekomponenten und SW
- Verständnis der gesamten HiL-Architektur (Systemverständnis)
- Bearbeitung und Verständnis von Hardware-Plänen zur Verkabelung und Aufbau von HiL-Setups
- Bearbeitung und Verständnis von echtzeitfähigen Simulationsmodellen in MATLAB/Simulink
- Verständnis der Codegenerierung und Kompilierung sowie der Erzeugung von echtzeitfähigen Simulationsmodellen aus MATl.AB/Simulink
- Umgang mit komplexen Systemaufbauarten von HiL für konventionelle und elektrifizierte Antriebe moderner Fahrzeuge
- Praktischer Umgang mit einer industriell etablierten Toolkette
- Systemverständnis automobiler Steuergeräte und Umgang mit Bus-Kommunikation
- Praktisches Verständnis von Elektrotechnik Grundlagen, Echtzeitsimulation, 1/0-Schnittstellen und Sensor- und Signaltheorie durch Testen mit realer Hardware in sicherer Umgebung
- Systemverständnis der komplexen Interaktionen in geschlossenen Regelkreisen von HiL
- Erweiterung und Kalibrierung eines Reglers für permanenterregte Synchronmaschinen

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)

-

(empfohlene) Voraussetzungen

Empfohlene Voraussetzungen:

- Software am Verbrennungsmotor
- Elektronik am Verbrennungsmotor
- Alternative und Elektrifizierte Fahrzeugantriebe
- Elektrische Antriebe und Speicher
- Grundlagen mobiler Antriebe
- Rapid Control Prototyping
- Simulationstechnik im Maschinenbau

Literatur

Powerpoint-Folien zur Übung

Empfohlene weiterführende Literatur:

Automotive Software Engineering. Schäuffele, Zurawka.

Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik. Pischinger, Seiffert.

Mess- und Prüfstandstechnik. Antriebsstrangentwicklung, Hybridisierung, Elektrifizierung. Paulweber, Lebert.

Rapid Control Prototyping: Methoden und Anwendungen. Abel, Bollig.

Vorlesungsinhalte Software am Verbrennungsmotor &; Elektrische Antriebe und Speicher

Sprache

Deutsch

Prüfungsbedingungen

Eine mündliche oder eine schriftliche Prüfung, je nach Anzahl der Teilnehmenden. Zulassung zur Prüfung nur nach 75% Anwesenheit bei den Laborübungen. Endnote ergibt sich zu 100% aus der Prüfung.

Sonstiges

-

Modulverantwortung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jakob Andert

ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Hardware-in-the-Loop Labor für mobile Antriebe (402731501)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Hardware-in-the-Loop Labor für mobile Antriebe	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Labor Hardware-in-the-Loop Labor für mobile Antriebe	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Serienentwicklung von Triebsträngen für ‚On-Road' Nutzfahrzeuge (Wahlpflichtfach)
Kennung	4025565
Version	V1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Dieses Modul vermittelt den Studierenden einen Einblick in die Serienentwicklung von Nutzfahrzeugtriebsträngen. Diese Triebstränge umfassen das Hauptgetriebe, das Achsgetriebe, komplette Achsen mit Radnaben sowie verbindende Komponenten wie Doppelgelenkwellen. Zum Einstieg in dieses Modul werden die aktuell zum Einsatz kommenden Triebstränge vorgestellt. Diese Triebstränge können rein verbrennungsmotorisch, rein elektromotorisch oder auch kombiniert angetrieben sein. Konkrete Anwendungsfälle, wie Stadtbusse und Muldenkipper, verdeutlichen Vor- und Nachteile einzelner Triebstrangkonzepte. Um dem aus technischen Gründen, z.B. elektromagnetischer Verträglichkeit, und vor allem betriebswirtschaftlichen Gründen kontinuierlich steigenden Integrationsgrad von Nutzfahrzeuggetrieben mit beispielsweise integrierter Elektromaschine Rechnung zu tragen, bilden auch Grundlagen von Elektromaschinen Lehrinhalt. Dies gilt für Triebstränge mit Niedervoltantrieb und Hochvoltantrieb sowie mit oder ohne Antrieb von Nebenaggregaten. Im Anschluss werden unterschiedliche Aktoren zur Betätigung von Nutzfahrzeuggetrieben vorgestellt. Hinsichtlich des Hauptleistungsflusses sind aktuelle Nutzfahrzeugtriebstränge weitgehend optimiert. Die Weiterentwicklung der Aktoren in ihrer Effizienz stellt ein wichtiges Ziel der aktuellen Nutzfahrzeug-Getriebeentwicklung dar, um den Gesamtwirkungsgrad weiter zu steigern. Entsprechende Auslegungsmethoden für bedarfsgerechte Aktoren unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungswerkzeuge für die SW-Funktionsentwicklung und für die Hardware werden vorgestellt. Im Weiteren wird die Erprobung von Nutzfahrzeugtriebsträngen auf Prüfständen vorgestellt. Dies betrifft der „V-Entwicklung" folgend Komponententests bis hin zu Tests auf Triebstrang-Gesamtsystemebene. Die Vorlesung endet mit einem Ausblick auf zukünftige Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte in der Fahrzeuggetriebetechnik sowie mit einer Werksbesichtigung. Während der Vorlesung verdeutlichen Beispiele aus der Praxis die Notwendigkeit der theoretischen Lehrinhalte. Die Anwendung dieser Inhalte erfolgt während der Übung in Form von Berechnungen sowie dem Spezifizieren und Skizzieren von Triebstrangkonzepten und Triebstrang-Teilsystemen. Das Ziel lautet bereits an der RWTH bestehendes Lehrangebot zu ergänzen. Die Lehrveranstaltung beinhaltet daher ausschließlich Nutzfahrzeuganwendungen für den Straßenbetrieb. Beispielsweise Schleppergetriebe für landwirtschaftliche Anwendungen sowie Getriebe für Baufahrzeuge, wie Raupen und Grader, stellen keinen Bestandteil dieser Lehrveranstaltung dar.
Lernziele/Lernergebnisse	<u>Wissen und Verstehen:</u> • Kenntnis des Entwicklungsprozesses für den Triebstrang in der Großserie für Nutzfahrzeuge im Straßenbetrieb • Kenntnis der für eine Serienentwicklung relevanten Auslegungsverfahren für Fahrzeugtriebstränge unter Berücksichtigung moderner Entwicklungswerkzeuge; der Fokus liegt auf der Triebstrang-Konzeptentwicklung inklusive Lastenheftbestimmung • Kenntnis der Funktionsweise und der technischen Umsetzung aktuell relevanter Typen von Nutzfahrzeuggetrieben einschließlich Hybridantriebe (P2 und P4) sowie rein elektromotorische Triebstränge, 1- und 2-E-Maschinenantriebe mit zunehmendem Integrationsgrad von Getriebe, Elektromaschine(n) sowie Leistungselektronik • Kenntnis der konstruktiven Gestaltung von Nutzfahrzeuggetrieben unter Berücksichtigung der Einflüsse und Anforderungen aus der Serienfertigung; um sich von bestehenden

Lehrveranstaltungen zu unterscheiden, liegt der getriebeseitige Fokus auf mechatronischen Systemen, wie bedarfsgerechte „Power-on-demand" Nutzfahrzeuggetriebeaktoren einschließlich Hardware-Entwicklung und der Software-Funktionsentwicklung
- Kenntnis des Produktionsprozesses von Getrieben in der Großserie (Komponentenfertigung, Montage, Inbetriebnahme am End-of-Line Prüfstand)
- Wissen über zukünftige Anforderungen und Herausforderungen in der Nutzfahrzeugtriebstrangentwicklung

Fertigkelten und Kompetenzen:

- Verschiedene Getriebetechnologien für Nutzfahrzeuge hinsichtlich ihrer funktionalen Eigenschaften kennenlernen, analysieren und bewerten
- Systemverständnis von verbrennungsmotorischen und elektromotorischen Nutzfahrzeugantriebssträngen mit Fokus auf Getriebe und Anfahrelemente erlangen
- Umgang mit komplexen mechatronischen Systemen, Hardware und Software, erfahren; Zusammenspiel von Hardwareentwicklung und Softwarefunktionsentwicklung; Memo: "Software kann in der Serie nicht die Probleme der Hardware lösen."
- Übertragungsfähigkeit der Auslegungsmethodik für komplexe Systeme auf andere technische Produkte, z.B. Aktoren für andere Aggregate, erkennen
- Prozesse im Rahmen einer Serienentwicklung bis zum Serienanlauf auch fachübergreifend für technische Aggregate generell kennenlernen; Bündeln kommerzieller und technischer Anforderungen mit dem Ziel ein am Markt in allen Disziplinen erfolgreiches Produkt termingerecht zu schaffen
- Problemstellungen eigenständig erkennen und formulieren, sowie darauf aufbauend geeignete Lösungswege entwickeln und bewerten
- Im Rahmen von Exkursionen das Verständnis für simultane Getriebeentwicklung über mehrere Disziplinen, wie Konstruktion, Versuch und Fertigung gewinnen
- Praxiswissen der Dozenten "erfahren" und aus den Fehlern, welche die Dozenten als leitende Ingenieure in ihrer beruflichen Praxis gemacht haben, lernen
- Aufgabenstellungen in Kleingruppen diskutieren, was die Kommunikationsfähigkeit verbessert

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Powerpoint-Folien zur Vorlesung und zur Übung Empfohlene weiterführende Literatur: 1. H. Naunheimer, B. Bertsche; Fahrzeuggetriebe - Grundlagen, Auswahl, Auslegung und Konstruktion 2. K. Reif; Antriebsstrang, Getriebe und Getriebesteuerung; Springer Vieweg 3. J. Loomann; Zahnradgetriebe; Springer Verlag 4. H. Tschöke; Die Elektrifizierung des Antriebsstrangs; Springer Vieweg 5. M. Hilgers; Getriebe und Antriebsstrangauslegung; Springer Vieweg
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Je nach Teilnehmerzahl ergibt sich die Endnote aus einer schriftlichen Prüfung oder einer mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Serienentwicklung von Triebsträngen für ‚On-Road' Nutzfahrzeuge (402556501)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Serienentwicklung von Triebsträngen für ‚On-Road' Nutzfahrzeuge	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Serienentwicklung von Triebsträngen für ‚On-Road' Nutzfahrzeuge	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Mobile Arbeitsmaschinen - Antriebe und Steuerungen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011026
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung mobile Arbeitsmaschinen (Randbedingungen, Herausforderungen, Aufbau) 2. Grundlagen der Hydraulik 3. Energieversorgungssysteme (u.a. Open Center Systeme, Load Sensing Systeme) 4. Hydrostatische Lenkung 5. Fahrantriebe 6. Elektronische Architekturen und ihre Rückwirkungen auf das Energieversorgungssystem 7. Elektronik und Elektrik an mobilen Arbeitsmaschinen (inkl. Sensorik, Datenübertragung, Steuerung)
Lernziele/Lernergebnisse	<u>Wissen und Verstehen:</u> In der Lehrveranstaltung erlernen die Studierenden die Anforderungen und Herausforderungen von mobilen Arbeitsmaschinen (u.a. Bagger, Radlader). Zur Bewältigung der großen Lasten bei gleichzeitig sehr guter Steuerbarkeit und Robustheit werden hydraulische Aktuatoren eingesetzt. Die Studierenden erlernen die Grundlagen der hydraulischen Antriebstechnik für mobile Arbeitsmaschinen und setzen sich im Detail mit den entsprechenden Energieversorgungssystemen (u.a. Load Sensing und Open Center Systemen), sowie hydraulischen Lenkungen und Fahrantrieben auseinander. Sie lernen die verschiedenen klassischen Systeme zu differenzieren und auf Basis der jeweiligen Randbedingungen auszuwählen. Neben einem vertieften Verständnis für die klassischen Systeme und Systemarchitekturen, liegt der Schwerpunkt der Veranstaltung auf der Vermittlung der sich verändernden Anforderungen an moderne mobile Arbeitsmaschinen. Hierzu wird Wissen hinsichtlich der Elektrifizierung und der damit einhergehenden veränderten Energieversorgungssysteme vermittelt. Des Weiteren erlernen die Studierenden die Grundlagen der Automatisierung und Steuerungstechnik von mobilen Arbeitsmaschinen. <u>Fertigkeiten und Kompetenzen:</u> Die Studierenden kennen die maßgeblichen Anforderungen bei der Auslegung mobiler Arbeitsmaschinen. Sie sind in der Lage geeignete fluidtechnische Systemarchitekturen für unterschiedliche Anwendungen und Antriebssysteme auszuwählen, zu berechnen, sowie entsprechende hydraulische Schaltpläne zu verstehen. Die Studierenden kennen die relevanten Technologien und deren Anforderungen für den Datenaustausch und die Sensordatenverarbeitung auf modernen mobilen Arbeitsmaschinen. Die Studierenden kennen die Herausforderungen und Lösungsansätze für die Elektrifizierung von mobilen Arbeitsmaschinen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	• Grundlagen der Fluidtechnik • Maschinengestaltung 2/3
Literatur	• Grundlagen der Fluidtechnik - Teil 1: Hydraulik, Shaker Verlage, Aachen • Findeisen, Ölhydraulik, Springer
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessorin Dr.-Ing. Katharina Schmitz
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Mobile Arbeitsmaschinen - Antriebe und Steuerungen (401102601)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mobile Arbeitsmaschinen - Antriebe und Steuerungen	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Mobile Arbeitsmaschinen - Antriebe und Steuerungen	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Fundamentals of Machine Learning (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011600
Version	V4
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The class "Computer Science in Mechanical Engineering II: Data Science and Machine Learning" covers state-of-the-art data science methods from computer science and their application in mechanical engineering. It introduces the core basics in probability theory, develops main principles and methods from machine learning, and provides an introduction to its modern tools. The class combines both profound understanding of basic concepts and theory in data science, as well as hand-on programming techniques applied on problems in the context of engineering. Class outline: 1. Probability theory 2. Linear models for regression 3. Linear models for classification 4. Neural networks and deep learning 5. Gaussian processes 6. Introduction to reinforcement learning
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and Understanding • The students know the fundamentals in probability theory and can apply them in advanced methods and problems • The students have an overview and understanding of core methods and tools in machine learning (regression, classification, reinforcement learning) • They have an in-depth understanding of core principles, problems, and techniques in data science and machine learning • They develop an understanding for what problems and purposes data science methods can be applied in mechanical engineering Abilities and Competencies: • The students acquire knowledge about methods and implementation of state-of-the-art machine learning (e.g., neural networks, Gaussian process regression) • They have the ability to apply the acquired knowledge to problems in the context of mechanical engineering by using appropriate methods and programming tools
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Will be announced in class. Recommended further literature: Bishop, Christopher M., Pattern recognition and machine learning. Springer, 2006. Sutton, Richard S., and Andrew G. Barto, Reinforcement learning: An introduction (second edition). MIT press, 2018.

	Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, Deep learning. MIT press, 2016. Carl Edward Rasmussen and Christopher K. I. Williams, Gaussian processes for machine learning, MIT press, 2006.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written final exam (100 %)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Johann Sebastian Trimpe
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fundamentals of Machine Learning (401160001)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fundamentals of Machine Learning	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Fundamentals of Machine Learning	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011718
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Moderne Luftfahrtantriebe spielen im weltweiten Personen- und Warenverkehr eine bedeutende Rolle. Flugzeuge sind fester Bestandteil unseres Transportwesens und benötigen für einen profitablen und nachhaltigen Einsatz effiziente, leistungsstarke und mittelfristig klimaneutrale Antriebssysteme. Um diese Anforderungen erfüllen zu können, ist ein tiefes Verständnis der Aero- und Thermodynamik in den unterschiedlichen Luftfahrtantrieben erforderlich. In der Vorlesungsreihe „Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe“ werden aktuelle und zukünftige Technologien vorgestellt, mit denen die Industrie diese Nachhaltigkeitsanforderungen umsetzt. Für eine realitätsnahe Betrachtung der industriellen Herangehensweise werden aktuelle Beispiele aus Forschung und Entwicklung diskutiert. Neben der evolutionären Weiterentwicklung aktueller Technologien werden auch revolutionäre Ansätze behandelt, die letztendlich die Klimaneutralität sicherstellen sollen, gleichzeitig aber auch sehr große neue Herausforderungen mit sich bringen. Neben der Vorstellung dieser Ansätze ist die Bewertung und Erprobung dieser Technologien ebenfalls ein wichtiger Bestandteil der Vorlesung. Neue Technologien müssen genau untersucht und deren Tauglichkeit nachgewiesen werden, um bereits vor dem kommerziellen Einsatz die Schwächen und Einschränkungen dieser Technologien zu kennen. Die dabei nötigen Schritte werden genauso vorgestellt wie die anschließend nötigen Zulassungsaspekte. Dieser Vorlesungsteil („Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I“) stellt den aktuellen Stand der Technik in der Triebwerksentwicklung und die Anforderungen, die an eine nachhaltige Luftfahrt gestellt werden, vor. Darauf aufbauend wird gezeigt, wie die Industrie durch die evolutionäre Weiterentwicklung bestehender Technologien auf die aktuellen Anforderungen reagiert. Der anschließende Vorlesungsteil („Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe II“) stellt neue, revolutionäre Ansätze aus Industrie und Forschung vor, mit denen eine langfristig nachhaltige Luftfahrt erreicht werden soll. Weiterhin werden die wichtigsten Prozesse bei der Entwicklung, Erprobung und Zulassung neuer Technologien präsentiert.
Lernziele/Lernergebnisse	<u>Wissen und Verstehen:</u> Die Studierenden lernen die wesentlichen Herausforderungen bei der Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe sowie die Technologien und Methoden, mit denen die Luftfahrtindustrie darauf reagiert, kennen. Im Fokus stehen dabei die Anforderungen an Nachhaltigkeit, Sicherheit, Klimaschutz, Ressourcenschonung, Wirtschaftlichkeit und industrielle Umsetzbarkeit. <u>Fertigkeiten und Kompetenzen:</u> Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, aktuelle Herausforderungen bei der Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe zu verstehen und die technische und wirtschaftliche Ausrichtung der Industrie einzuordnen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-

(empfohlene) Voraussetzungen	- Grundlagen der Turbomaschinen I - Luftfahrtantriebe I - Auslegung von Turbomaschinen
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche/mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke Honorarprofessor Dr.-Ing. Klaus Steffens
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I (401171801)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012543
Version	V2_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Moderne Luftfahrtantriebe spielen im weltweiten Personen- und Warenverkehr eine bedeutende Rolle. Flugzeuge sind fester Bestandteil unseres Transportwesens und benötigen für einen profitablen und nachhaltigen Einsatz effiziente, leistungsstarke und mittelfristig klimaneutrale Antriebssysteme. Um diese Anforderungen erfüllen zu können, ist ein tiefes Verständnis der Aero- und Thermodynamik in den unterschiedlichen Luftfahrtantrieben erforderlich. In der Vorlesungsreihe „Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe“ werden aktuelle und zukünftige Technologien vorgestellt, mit denen die Industrie diese Nachhaltigkeitsanforderungen umsetzt. Für eine realitätsnahe Betrachtung der industriellen Herangehensweise werden aktuelle Beispiele aus Forschung und Entwicklung diskutiert. Neben der evolutionären Weiterentwicklung aktueller Technologien werden auch revolutionäre Ansätze behandelt, die letztendlich die Klimaneutralität sicherstellen sollen, gleichzeitig aber auch sehr große neue Herausforderungen mit sich bringen. Neben der Vorstellung dieser Ansätze ist die Bewertung und Erprobung dieser Technologien ebenfalls ein wichtiger Bestandteil der Vorlesung. Neue Technologien müssen genau untersucht und deren Tauglichkeit nachgewiesen werden, um bereits vor dem kommerziellen Einsatz die Schwächen und Einschränkungen dieser Technologien zu kennen. Die dabei nötigen Schritte werden genauso vorgestellt wie die anschließend nötigen Zulassungsaspekte. Der vorherige Vorlesungsteil („Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I“) hat den aktuellen Stand der Technik in der Triebwerksentwicklung und die Anforderungen, die an eine nachhaltige Luftfahrt gestellt werden, vorgestellt. Darauf aufbauend wurde gezeigt, wie die Industrie durch die evolutionäre Weiterentwicklung bestehender Technologien auf die aktuellen Anforderungen reagiert. In diesem Vorlesungsteil („Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe II“) werden neue, revolutionäre Ansätze aus Industrie und Forschung vorgestellt, mit denen eine langfristig nachhaltige Luftfahrt erreicht werden soll. Weiterhin werden die wichtigsten Prozesse bei der Entwicklung, Erprobung und Zulassung neuer Technologien präsentiert.
Lernziele/Lernergebnisse	<u>Wissen und Verstehen:</u> Die Studierenden lernen die wesentlichen Herausforderungen bei der Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe sowie die Technologien und Methoden, mit denen die Luftfahrtindustrie darauf reagiert, kennen. Im Fokus stehen dabei die Anforderungen an Nachhaltigkeit, Sicherheit, Klimaschutz, Ressourcenschonung, Wirtschaftlichkeit und industrielle Umsetzbarkeit. <u>Fertigkeiten und Kompetenzen:</u> Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, aktuelle Herausforderungen bei der Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe zu verstehen und die technische und wirtschaftliche Ausrichtung der Industrie einzuordnen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-

(empfohlene) Voraussetzungen	- Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I - Grundlagen der Turbomaschinen I - Luftfahrtantriebe I - Auslegung von Turbomaschinen
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	schriftlich oder mündlich
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke Honorarprofessor Dr.-Ing. Klaus Steffens
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe II (401254301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe II	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Computational Intelligence in Engineering (Wahlpflichtfach)
Kennung	4021493
Version	V1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The elective course “Computational Intelligence in Engineering“ is available for students enrolled in the engineering Master programs of RWTH Aachen University. It provides an overview over recent applications of computational intelligence and deep learning that are relevant to engineering. The first half of the course content is a theoretical introduction into the topic of machine learning in engineering and programming fundamentals in Python. In the second half of the course, the students apply their gained knowledge in project-based learning. The course will be taught interactively, engaging the students using practical example projects. The following topics are covered: • Time-variant dynamic processes from simulations or experiments • Data acquisition and pre-processing • Machine learning algorithms and neural network models • Advanced neural networks architectures • Project-specific engineering problems • Programming fundamentals in Python for data-driven procedures
Lernziele/Lernergebnisse	The course curriculum consists of interactive seminar lectures accompanied by semester project works. During the seminar lectures, the students will receive the necessary theoretical information and supervision to independently plan, advance and complete the projects in small groups. In addition, the seminars offer the opportunity to discuss challenges and problems arising during projects. Finally, the achievements and results obtained within the student projects will be presented by the students in the scope of the seminar lectures and the accompanying computer lab exercises. <u>Knowledge / Understanding</u> The students will understand • current trends in computational intelligence and their theoretical foundation in the context of engineering applications • the advantages of machine learning algorithms in engineering but also the limits of the methods and when better not to use them <u>Abilities / Skills:</u> The students will be able to • apply machine learning methods to a wide variety of engineering Problems • transfer their knowledge to new engineering applications in science and industry via the practical expertise gained • evaluate the merits and limitations of machine learning methods applied to computer aided engineering problems
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Programming experience is advantageous, preferably the language Python.

Literatur	• Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A., 2016. Deep Learning. MIT Press. • Keller, J.M., Liu, D., Fogel, D.B. , 2016. Fundamentals of Computational Intelligence. IEEE Press, Wiley.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written Examination or Oral Examination (100 %)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computational Intelligence in Engineering (402149301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Computational Intelligence in Engineering	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Computational Intelligence in Engineering	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Wärmepumpensystemtechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4023521
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Abschwächung von Klimawirkungen ist eine Hauptaufgabe in den nächsten Jahrzehnten und erfordert die Elektrifizierung von Heiz- und Kühlanwendungen. Die Wärmepumpe ist eine Schlüsseltechnologie im Gebäudesektor, in der Fahrzeugtechnik und in industriellen Anwendungen. Zur nachhaltigen Integration von Wärmepumpen in diese Sektoren müssen die Grundlagen von Kältemitteln, Kältemittelkreisläufen und deren Wechselwirkungen mit gesamten Energiesystemen verstanden werden. Da Wärmepumpensysteme häufig unter variablen Randbedingungen betrieben werden, sind die Auslegung und der Betrieb von Wärmepumpen-basierten Energiesystemen Fokus der Veranstaltung. Im Verlauf der Lehrveranstaltung werden relevante Kältemittel und Kältemittelkreisläufe behandelt und die Erstellung von Prozessmodellen sowie der Abgleich mit experimentellen Daten wird vorgestellt. Zur Bewertung des Kältemittelkreislaufs werden gängige energetische und exergetische Kennzahlen vorgestellt und konventionelle Bewertungsverfahren (Energielabel) dargelegt. Zur Bewertung im Gesamtsystem werden statische und dynamische Verfahren vorgestellt, die sich sowohl zur Bewertung von Zeitpunkten und Zeiträumen eignen. Die Integration ins Gesamtsystem wird anhand von Gebäuden, Fahrzeugen und industriellen Anwendungen durchgeführt. Einfache Prozessmodelle werden mit experimentellen Daten abgeglichen und bewertet.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Wärmepumpensysteme sind der Schlüssel zur nachhaltigen Wärme- und Kälteversorgung in unterschiedlichen Sektoren. Die Studierenden erlernen die thermodynamischen Grundlagen der Wärmepumpensystemtechnik sowie die technische Integration in das Gesamtsystem. Es werden Kennzahlen zur Bewertung mit Bezug auf die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit: Ökonomie, Ökologie und Soziales präsentiert. Hierbei werden alle Systemebenen vom Arbeitsmittel bis zum Gesamtsystem vermittelt. Die Studierenden verstehen den Aufbau von Wärmepumpen-basierten Energiesystemen und können Prozessmodelle zur Beschreibung des Systemverhaltens entwickeln. Im Rahmen der Lehrveranstaltung werden die Methoden der Modellentwicklung und der experimentellen Absicherung von Modellen vermittelt. Die Integration in unterschiedliche Energiesysteme (Gebäude, Fahrzeug, Industrieanlagen) zeigt die Vielseitigkeit der Technologie und gibt einen ersten Einblick in die Auslegung von Energiesystemen. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden verstehen das thermodynamische Verhalten von Kältemitteln in Kältemittelkreisläufen und können es mit gängigen Kennzahlen energetisch und exergetisch bewerten, um Auslegungsentscheidungen treffen zu können. Hierzu können sie Bedarfe auf Energiesystemebene berechnen und in den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit bewerten. Die Studierenden können ebenso den Einfluss des Kältemittelkreislaufs im Gesamtsystem mit geeigneten Modellen bestimmen und damit Potentiale zur Integration in Gesamtsysteme aufzeigen. Die Modelle sollen mit Hilfe von gängigen Experimenten abgesichert werden können. Dazu werden experimentell gewonnene Daten in der Lehrveranstaltung evaluiert und mit Berechnungen abgeglichen. Des Weiteren können Studierende Kältekreisprozesse in unterschiedliche Gesamtsysteme integrieren (Gebäude, Fahrzeuge, Industrieanlagen) und vor dem Hintergrund der optimalen Auslegung die beste Systemkonfiguration für den Anwendungsfall berechnen.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Vorkenntnisse in folgenden Fächern sind hilfreich aber nicht notwendig: Thermodynamik 1/2, Strömungsmechanik 1, Wärme- und Stoffübertragung 1, Simulationstechnik
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	-
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.Ing. Dirk Müller
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Wärmepumpensystemtechnik (402352101)	1. Semester	2. Semester	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Wärmepumpensystemtechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Wärmepumpensystemtechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Elektronik in mobilen Antrieben (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014387
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Elektronische Beeinflussungsmöglichkeiten von Verbrennungsmotoren • Funktionsweise der wichtigsten Sensoren 2 • Funktionsweise der wichtigsten Aktuatoren • Hardwareaufbau von Steuergeräten (ECUs) 3 • Software von Steuergeräten 4 • Software von Steuergeräten 5 • Sicherheit, Diagnose, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) 6 • Bussysteme im Automobil 7 • Kraftfahrzeugelektrik / Hybridtechnologie
Lernziele/Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen haben die Studierenden Kenntnisse und Fähigkeiten in den Themenfel dern, die unter Inhalt beschrieben werden, erworben. Wissen und Verstehen: Somit kennen die Studierenden insbesondere • Möglichkeiten, das Verhalten eines Verbrennungsmotors elektronisch zu beeinflussen • Die Funktionsweise der für diesen Zwecknötigen Sensorik und Aktuatorik • Die wichtigsten Prinzipien der Sicherheits- und Diagnosefunktionalität in einer Motorsteuerung • Grundlegende, im Fahrzeug verwendete, Bustopologien zur steuergeräteübergreifenden Kommunikation Die Studierenden sind dadurch in der Lage, den prinzipiellen Aufbau von Motorsteuergeräten (ECUs) für die Verbrennungsmotorregelung und das Verbrennungsmotormanagement zu beschreiben und die Funktion der einzelnen Komponenten zu erläutern. Zudem können die Studierenden beschreiben, welche Funktionen innerhalb eines Motorsteuergeräts durch Software realisiert werden müssen. Sie können dabei die übergeordnete Softwarestruktur darstellen. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, elektronische Systeme im Kraftfahrzeug im Hinblick auf die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) korrekt zu entwickeln. Zudem können sie die Komponenten von Steuergeräten innerhalb eines Kraftfahrzeugs funktional beurteilen und ihre Bewertung wissenschaftlich fundiert begründen. Sie können verschiedene Hybridtechnologien bezüglich ihrer Topologie und ihrer funktionalen Eigenschaften analysieren und bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen der Verbrennungsmotoren
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur oder eine mündliche Prüfung (in Abhängigkeit der Teilnehmerzahl).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger Professor als Juniorprofessor Dr.-Ing. Jakob Andert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Elektronik in mobilen Antrieben (401438701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Elektronik in mobilen Antrieben	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Elektronik in mobilen Antrieben	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Numerische Methoden der Fluid-Struktur-Interaktion (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011693
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Think of a flag moving in the wind or blood flowing in arteries in order to get an idea off what fluid-structure-interaction (FSI) phenomena are. They are characterized by an interplay between deforming structure and a surrounding fluid. On the one hand, the structure deforms as a result of the load exerted by the flow field. On the other hand, this deformation effects the flow field so that the load on the structure changes. For the modeling and simulation of FSI phenomena, neither the fluid nor the solid can be viewed separately. This lecture focuses on the simulation of FSI ;phenomena. Strong and weak coupling of the two fields are discussed from a physical, mathematical, and implementational point of view. Essential viewpoints as interface tracking vs. interface capturing will be introduced. Stability issues will be discussed in all steps. Furthermore, methods for spatial coupling in case of non-matching interfaces will be presented. The lecture will include the discussion of recent developments, e.g., acceleration techniques for partitioned procedures.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Graduate students in the course will: • Become familiar with different aspects of solution methods for FSI problems: – Needed modifications in governing equations for fluid and structural mechanics, – monolithic vs. partioned approaches, – strong vs. weak coupling methods, – matching vs. non-matching interface discretizations – and different mesh deformation methods. • Program their own small code examples as a means of gaining experience with the method. Fertigkeiten und Kompetenzen: The students learn all the essential parts for setting up and solving an FSI problem. Starting with the derivation of the equations to be solved from the point of view of continuum mechanics, through the application of known numerical methods to solve the overall problem, to becoming familiar with the challenges that arise in the simulation. On the one hand, they learn how to apply their knowledge to solve the surface-coupled problem; on the other hand, many of the solution strategies presented can be applied to other areas of computational mechanics, such as volume-coupled problems. While in the lecture the focus is on the theoretical background, in the exercise the students are guided to solve a specific problem. They are to implement the presented methods in code by implementing the essential parts of a ;partitioned solver. In the homework, the code is to be integrated into existing single-field solvers for fluid-structure interaction and a coupling tool. Finally, the students shall apply this solver to a concrete FSI problem. The problem will be used to gain insights into the critical challenges in solving FSI problems, e.g. the additional mass effect.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Basic understanding of fluid, structural dynamics or continuum mechancics. Basic knowledge of numerical methods. Basic programming skills.

Literatur	[1] Bazilevs, Yuri, Kenji Takizawa, and Tayfun E. Tezduyar. Computational fluid-structure interaction: methods and applications. John Wiley &; Sons, 2013. [2] Förster, Ch, Wolfgang A. Wall, and Ekkehard Ramm. "On the geometric conservation law in transient flow calculations on deforming domains." International Journal for Numerical Methods in Fluids 50.12 (2006) [3] Felippa, C. A., Park, K. C., &; Farhat, C. (2001). Partitioned analysis of coupled mechanical systems. Computer methods in applied mechanics and Engineering, 190(24-25), 3247-3270. Empfohlene weiterführende Literatur: [1] Oden, T.J. (2008), Short course on Nonlinear Continuum Mechanics [2] de Boer, A., van Zuijlen, A. H., &; Bijl, H. (2008). Comparison of conservative and consistent approaches for the coupling of non-matching meshes. [3] Lesoinne, M&; C Farhat. "Geometric conservation laws for flow problems with moving boundaries"
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung. Bonuspunkteregelung: Es werden vier Hausaufgaben gestellt, die alleine bearbeitet werden müssen. Für jede korrekte Hausaufgabe ist es möglich einen Notensprung in der mündlichen Prüfung zu erlangen. Maximal können jedoch nur 2 Notensprünge erreicht werden. Die Prüfung muss ohne Bonus bestanden werden. Der Bonus ist für 2 Semester gültig.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Ph. D. Marek Behr, Dr.-Ing. Norbert Hosters
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Numerische Methoden der Fluid-Struktur-Interaktion (401169301)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Numerische Methoden der Fluid-Struktur-Interaktion	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning (Wahlpflichtfach)
Kennung	4028624
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2023
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The use of machine learning and artificial intelligence has a huge potential for building future engineering systems such as autonomous robots, vehicles, or smart infra-structure systems. This is an interdisciplinary seminar offered in mechanical engineering and computer science due to the interdisciplinary nature of the topic. In addition to the challenges of designing ML and Al systems, it is critical to analyze the mathematical properties of these algorithms. This seminar will focus on some of the underlying mathematics of modern methods. The number of places for this seminar is limited.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: You will leam about topics of current research in machine learning and focus on the underlying mathematical concepts. Many modern machine learning methods are readily implemented and can be used rather straightforwardly on a given data set. However, often this yields poor results. Thus, it is important to understand how the algorithms work and what mathematical properties of the data are critical to ensure good performance. A prominent example is correlated data, which can have dramatic consequences for certain methods and be manageable for others. The amount and quality of data is also an important aspect that heavily influences the success of the leaming outcome. Fertigkeiten und Kompetenzen: You will prepare an assigned topic, familiarize with the mathematical details, and give a presentation to your peers. There will be theorems and proofs. You need to under-stand and reproduce the mathematical arguments, reasoning and rigor.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Prior knowledge in probability theory and machine learning is recommended.
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The attendance of the course is mandatory. Presentation (40%) and written report (60%).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Sebastian Trimpe
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning (402862401)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Strömung in Turbomaschinen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011551
Version	V2_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2023
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Arten, Typen und Anwendungsgebiete von Strömungsmaschinen 2 • zweidimensionale Strömung in Turbomaschinen • Betrachtung zur reibungsfreien Gitterströmung 3 • Größen zur Beschreibung der Profil- und Gittergeometrie • Profilsystematik 4 • Gitterauslegung 5 • Verfahren für einen ersten Entwurf 6 • Auslegungsaspekte • Festigkeitsfragen • Thermische Auslegung 7 • Betrachtung zur reibungsbehafteten Gitterströmung • Transsonische Gitterströmung 8 • Zusammenwirken von Gittern und Stufen • Strömungsverluste 9 • Dreidimensional Strömung in Turbomaschinen • Charakteristisches Strömungsbild 10 • Sekundärströmungsphänomene 11 • 3-D Schaufelgitterinteraktion 12 • Rechenmodelle zur Erfassung dreidimensionaler Verluste 13 • Betriebsverhalten von Verdichtern und Turbinen 14 • Betriebsgrenzen 15

	• Betriebseinflüsse • Regelung von Verdichtern und Turbinen • An- und Abfahren, Laständerungen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden können die Strömungsvorgänge in Turbomaschinen erklären und beurteilen. • Sie sind in der Lage, Profilformen für die verschiedenen Aufgabenstellungen auszulegen. • Sie sind in der Lage, aufgrund vorgegebener Randbedingungen das Betriebsverhalten zu analysieren und die Betriebsgrenzen von Turbomaschinen zu erkennen. • Die Studierenden kennen die Verlustentstehungsmechanismen und -formen in Turbomaschinen bzw. in Schaufelgittern. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Prä;sentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren • Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Thermodynamik • Strömungsmechanik • Grundlagen der Turbomaschinen
Literatur	• Vorlesungsumdruck
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur Bonuspunktesystem: Durch erfolgreiches Bearbeiten der Zwischenprüfung können bis zu 10% Bonuspunkte bezogen auf die reguläre Klausur erreicht werden. Auch ohne diese Bonuspunkte können in der regulären Klausur 100 % der Punkte erreicht werden. Die Notenverteilung wird ausschließlich anhand der Ergebnisse aus der regulären Klausur festgelegt.Hat ein Studierender auf Basis dieser Notenverteilung die Klausur mit mindestens 4.0 bestanden, so werden ihm seine in der Zwischenprüfung erreichten Bonuspunkte angerechnet. Aus der Summe der Klausur- und Bonuspunkte ergibt sich nach der zuvor festgelegten Notenverteilung die Endnote. Jeder Studierende hat auch ohne Teilnahme an der Zwischenprüfung die Möglichkeit, das Modul mit einer 1.0 abzuschließen. Die Bonuspunkte gelten für das Semester, in dem die Zwischenprüfung durchgeführt wurde und das darauffolgende Semester. Im Semester, in dem die Zwischenprüfung angeboten wird, verfallen Bonuspunkte aus dem vorherigen Jahr.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strömung in Turbomaschinen (401155101)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Strömung in Turbomaschinen	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Vorlesung Strömung in Turbomaschinen	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Data Mining im Umfeld technischer Prozesse (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212842
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Definition Data Mining, erstes Anwendungsbeispiel • Datenbanktechniken und Data Warehouse • Grafische Datenanalyse 2 • Datenvorverarbeitung • Datenaggregation und Merkmalberechnung • Behandlung der Datenstichprobe 3 • einfache statistische Abhängigkeitsanalyse • Komplexere Methoden der Abhängigkeitsanalyse, Teil 1: • Diskiminanzanalyse • Entwscheidungsbaumverfahren 4 • Komplexere Methoden der Abhängigkeitsanalyse, Teil 2: • Neuronale Techniken • Genetische Algorithmen 5 • Methoden der datenbasierten Modellbildung, Teil 1: • Klassifikation und Regression • Statistische Methoden 6 • Methoden der datenbasierten Modellbildung, Teil 2: • Neuronale Methoden • Anwendungsbeispiele, Softwarewerkzeuge 7 • Zusammenfassende Übung zu folgenden Themen: • Datenvorverarbeitung • grafische Datenanalyse • Abhängigkeitsanalyse • Modellbildung Der Lehrumfang von 21 Zeitstunden wird auf 7 Veranstaltungen a 3 Zeitstunden aufgeiteilt. Die Veranstaltung findet vierzehn-tägig statt. In der ersten Woche ist nur Vorlesung. In den Wochen 2 bis 6 schließt sich eine 90 minütige Übung an die 90 minütige Vorlesung an. In der 7. Woche findet eine zusammenfassende Übung statt, die den gesamten Stoff noch einmal kompakt wiederholt und vertieft.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen Gegenstand und Anwendungsfelder des Data Mining im Umfeld technischer Prozesse. • Sie kennen die Schritte des Data Mining und deren Bedeutung und können gegebene Problemstellungen der Automatisierungstechnik in eine Data Mining Aufgabenstellung umsetzen.

	• Den Studierenden sind Grundlagen und wesentliche Eigenschaften auisgewählter Methoden der grafischen Datenanalyse, der Datenvorverarbeitung, der Abhängigkeitsanalyse und der datenbasierten Modellbildung bekannt und sie sind fähig, diese Methoden zu erklären. • Die Studierenden können die obigen Methoden auf gegebene Aufgabenstellungen anwenden. • Sie sind in der Lage die Ergebnisse der Anwendung einzelner Verfahren zu bewerten sowie die Ergebnisse unterschiedlicher Verfahren zu vergleichen. Hieraus können sie Konsequenzen für eine verbesserte Vorgehensweise ableiten. • Die Studierenden können die Erfolgsaussichten des Einsatzes von Methoden des Data Mining für eine gegebene Aufgabenstellung beurteilen und entscheiden, ob notwendiger Aufwand und zu erwartender Nutzen in Relation stehen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten, diese zu bewerten und praktisch zu erproben. (Methodenkompetenz) • Die Arbeit in den Übungen erfolgt in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen der Mathematik und Statistik Grundlagen der Informatik Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen der Datenbanktechniken
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundlagen der Datenbanktechniken
Literatur	• Skript zur Vorlesung • Übungsunterlagen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Bewertung anhand des Prüfungsergebnisses (100% der Modulnote); mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Tobias Kleinert Honorarprofessor Dr.-Ing. Harald Peters
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Data Mining im Umfeld technischer Prozesse (521284201)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Data Mining im Umfeld technischer Prozesse	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Entwicklungsaufgaben in der Werkstoffoptimierung, Bauteilgestaltung und Prozessplanung (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212935
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Darstellung der Entwicklungskette in der Bauteilentwicklung. Prototypenherstellung. • Moderne Methoden der Bauteilkontrolle. • Simulation gießtechnischer Prozesse zur Prozessoptimierung und Bauteilentwicklung: Gießsysteme, Formbelastung, Strömung in Gießformen, Formstoffverdichtung, Gefügebildung in Gusswerkstoffen. • Entwicklung anforderungsgerechter Legierungen unter produktionsnahen Randbedingungen. • Optimierter Leichtbau durch Einsatz leichter und hochfester Gusswerkstoffe. • Verminderung von Werkstoff- und Bauteildefekten in der Fertigung. • Wechselwirkungen auf die Qualität in Prozessketten. • Einführung in die Betriebsfestigkeit und Lebensdauer¬vorhersage; Übertragbarkeit zyklischer Kennwerte von Proben auf Bauteile. • Toleranzen. • Entwicklungsaufgaben und Projekte aus der Automobilindustrie und dem Maschinenbau.
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Die Studierenden werden in die Lage versetzt Optimierungs- und Entwicklungspotentiale von gießereitechnischen Fertigungsprozessen und Werkstoffen zu erkennen und sich damit einen wesentlichen Aspekt des späteren Tätigkeitsfeldes zu eigen zu machen. **Anwenden / Analyse** Parallel zum Einsatz empirischer Methoden werden die Studierenden dazu befähigt, die numerische Simulation gießtechnischer Prozesse als Optimierungswerkzeug zu nutzen. In Übungen und in einem Praktikum werden an vorgegebenen und eigenen Entwürfen realer Bauteile des Automobilsektors konstruktions- und gießspezifische Aspekte erarbeitet. **Synthese / Beurteilen** Abschließend werden in einer kritischen Bewertung die Möglichkeiten und Grenzen empirischer und simulationsgestützter Methoden in einem Fachseminar zusammengeführt. Fehler und Defekte werden als typische Begleiter technischer Prozesse verstanden und deren Minimierung erarbeitet.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Scriptum und Handouts • D. M. Stefanescu: Science and Engineering of Casting Solidification, Kluwer Academic, New York, 2002. • ASM Handbooks
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Klausur gewichtet 100% und/oder mündliche Prüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben Voraussetzung für die Zulassung zur Klausur : erfolgreiche Absolvierung des Praktikums (Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung/Praktikum - Entwicklungsaufgaben in Werkstoffopt., Bauteilgestaltung, Prozesspl. (521293502)	1. Semester	2. Semester	0	4
Klausur/mündl. Prüfung - Entwicklungsaufgaben in Werkstoffopt., Bauteilgestaltung, Prozesspl. (521293501)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung - Entwicklungsaufgaben in Werkstoffopt., Bauteilgestaltung, Prozesspl.	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Grundlagen Prozesse (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212759
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	-
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur ,Gewichtung: 100%
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen Prozesse (521275901)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundlagen Prozesse	1. Semester	2. Semester	-	3
Vorlesung Grundlagen Prozesse	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Prozesstechnik der Gießverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212904
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Technologie der Dauerformgießverfahren: Kokillenguss, Druckguss, Niederdruckguss, Trennmittel, Schlichte • Technologie der Sandgießverfahren: Grundlagen der Formstoffe, Verdichtungsverfahren, Kernherstellung, Formstoffaufbereitung und –regenerierung • Feinguss, Vollformgießen, innovative Gießverfahren. • Verfahrensbewertung für Großguss-, Einzel- und Großserienfertigung • Schmelz-, Warmhalte- und Vergießeinrichtungen • Prozessmetallurgie, Wärmehaushalt und Energiebilanz in Gießprozessen, Anschnitt- und Speisertechnik • Mess- und Sensortechnik, Prozesskontrolle, Prozessketten, Qualitätssicherung, Gussteilnachbearbeitung • Produkt- und Anlagenbeispiele
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Die Studierenden erlernen detaillierte Charakteristika der Gießverfahren, der Prozessparameter und Prozesseigenschaften. **Anwenden / Analyse** Dies befähigt sie Prozessauslegungskriterien zu reflektieren und umzusetzen. Die hauptsächlichen Form- und Gießverfahren sowie die Gestaltung von Gießsystemen werden in Übungen und Praktika eigenständig erarbeitet. **Synthese / Beurteilen** Kenntnisse über Prozessmetallurgie, qualitätssichernde Kenngrößen sowie Mess- und Prüfverfahren befähigen die Studierenden, die wesentlichen Einflussgrößen bewertend zu interpretieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Scriptum und Handouts • E. Brunhuber: Praxis der Druckgussfertigung; Fachverlag Schiele &; Schön. GmbH, Berlin, 1991. • E. Flemming, W. Tilch: Formstoffe und Formverfahren, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig Stuttgart, 1993. • ASM Handbooks
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur gewichtet 100% und/oder mündliche Prüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben Voraussetzung für die Zulassung zur Klausur : erfolgreiche Absolvierung des Praktikums (Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum)

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantwortlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung/Praktikum - Prozesstechnik der Gießverfahren (521290402)	1. Semester	2. Semester	0	4
Klausur/mündl. Prüfung - Prozesstechnik der Gießverfahren (521290401)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung - Prozesstechnik der Gießverfahren	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Einführung in die Optimierung (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212838
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung, Begrifflichkeit, Beispiele 2 • Minimierung einer nichtlin. Funktion mit einer unabhängigen Variablen 3 • Minimierung einer nichtlin. Funktion mit einer unabhängigen Variablen 4 • Minimierung einer nichtlin. Funktion mit mehreren unabhängigen Variablen ohne Nebenbedingung 5 • Minimierung einer nichtlin. Funktion mit mehreren unabhängigen Variablen ohne Nebenbedingung 6 • Minimierung unter Gleichungsnebenbedingungen 7 • Lineare Programmierung 8 • Lineare Programmierung 9 • Lösung kombinatorischer Optimierungsaufgaben, diskrete Optimierung. 10 • Branche and Bound 11 • Genetische Algorithmen 12 • Extremwerte von Funktionalen (Einführung in die Problemstellung) 13 • Optimierung dynamischer Übergänge (Einführung in die Problemstellung) 14 • Reserve / Klausurübung 15 • Klausurübung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen:

	• Die Studierenden besitzen eine Übersicht über die verschiedenen Aufgabenstellungen der Optimierung. • Die wichtigsten Optimierungsmethoden sind ihnen bekannt. Sie sind in der Lage eine technische Optimierungsaufgabe zu analysieren und so zu formulieren, dass sie dem Algorithmus der ausgewählten Lösungsmethode zugänglich wird. • Sie wissen wie die Algorithmen der Optimierungsmethoden prinzipiell arbeiten. Sie kennen die damit verbundenen informatorischen und numerischen Probleme und sind fähig, den Aufwand einer Optimierung abzuschätzen und das Ergebnis zu beurteilen. Sie sind jedoch keine Speziallisten für ein bestimmtes Optimierungsverfahren. • Sie kennen typische Optimierungsaufgaben aus dem Bereich der industriellen Produktion und können die erlernten Verfahren an einfachen Beispielen praktisch anwenden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Skript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Bewertung anhand des Prüfungsergebnisses (100% der Modulnote); schriftliche oder mündliche Prüfung; Prüfungsform wird zum Start des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantwortlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Tobias Kleinert
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Einführung in die Optimierung (521283801)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Einführung in die Optimierung	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Praktikum Prozessautomatisierung (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212848
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studierenden sind in der Lage eine komplexe Prozessführungsaufgabe selbständig zu lösen. Die Lösung umfasst den Aufbau der Anlagenautomatisierung, die Auslegung und Umsetzung der Sicherungsfunktionen, die Spezifikation des Prozessablaufs mit der Erstellung der Ausführungsvorschrift, die Implementierung des Produktionsauftrags. • Sie haben anhand eines Beispiels aus dem Performance Monitoring geübt wie man das erlernte Überwachungs- und Diagnosekonzept mit den Mitteln der Automatisierungstechnik umsetzt. • Sie haben die Konzepte und Programmiersprachen der industriellen Leitsysteme kennengelernt und ihre praktische Anwendung geübt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlen: Einführung in die Prozessleittechnik
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Unbenotet; Teilnahme am Praktikum und ein Bericht
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Tobias Kleinert
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	30,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Praktikum Prozessautomatisierung (521284801)	2. Semester	1. Semester	2	2

Modultitel	Referenzmodelle der Leittechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212843
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung, Strukturgesetze 2 • Metamodelle als Sprachbasis 3 • Das Führungsmodell 4 • Rezeptsysteme, Ausführungsvorschriften 5 • Anlagenlogistik, Produktionsplanung 6 • Produkt- und Objektidentifikation und Verfolgung, Life-Cycle-Modelle 7 • Integration der operativen Leittechnik in das Unternehmensmodell (IEC 62264) 8 • Plant Asset Management 9 • Performance Monitoring 10 • Automatisierung der Automatisierung 11 • Servicearchitekturen, Agentensysteme, 12 • Realisierungsstrukturen, Funktionale Integrität,
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studierenden haben eine Übersicht über die Aufgaben und Funktionen der Prozess-, der Betriebs- und der Produktionsleitebene. • Sie wissen wie man mit modellgetriebenen Ansätzen umgeht. • Sie kennen die grundlegenden Referenzmodelle der Leittechnik. Sie sind insbesondere vertraut mit dem Systemaufbaumodell, dem Führungsmodell, dem Betriebsmittel- und Maßnahmenmodell, dem Melde- und Alarmmodell, dem Diagnosemodell und dem Life-Cycle-Modell. • Sie sind mit den durch Normierung oder defakto-Standards festgelegten Infrastrukturmodellen vertraut. • Sie wissen wie man formale Modellierungstechniken der Informatik auf diese Problemstellungen anwendet. • Sie haben eine Vorstellung von den Potenzialen innovativer Ansätze für die Prozessleittechnik (wie z.B. P2P-Systeme, Agentensysteme, Selbstorganisation, Komponentenarchitekturen).

	• Sie sind in der Lage Lösungen für konkrete Aufgabenstellungen mit Hilfe dieser Modellansätze zu formulieren. • Sie wissen wie man diese Lösungen im betrieblichen Umfeld realisiert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Skript, Normen, Arbeitsunterlagen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Bewertung anhand des Prüfungsergebnisses (100% der Modulnote); schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Tobias Kleinert
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Referenzmodelle der Leittechnik (521284301)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Referenzmodelle der Leittechnik	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Planung und Wirtschaftlichkeit metallurgischer Anlagen (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212928
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Aufstellung eines Businessplanes, Einblicke in Vertriebs/Marketingaufgaben (z.B. Marktanalyse, Datenerfassung), Scale Up/ Dimensionslose Kennzahlen, Projektplanung, Wirtschaftlichkeit, Apparateauslegung, Standortfragen, Angebot/Vertrag, Genehmigungsverfahren, Qualitätsmanagement, Risikoanalyse
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Mit Abschluss dieses Moduls erlangen die Studenten eine solide Grundlage zur Planung und Errichtung von metallurgischen Anlagen. Diese sind zumeist aus vielen komplexen Teilprojekten aufgebaut, in denen verschiedenen Gewerke und Einrichtungen der Verfahrenstechnik zusammenwirken, um ein mit dem Gesamtprojekt angestrebtes Ziel zu erreichen. Es werden Themen behandelt bei denen technische Aspekte mit nicht-technischen eng verknüpft sind, beispielsweise mit kaufmännischen Gesichtspunkten (Wirtschaftlichkeit), mit Rechtsfragen (Genehmigungsverfahren), mit Risikoaspekten (risk assessment) oder Qualitätskriterien (Anlagenqualifikation). **Anwenden / Analyse** Anhand einer „Case Study“ wird das theoretisch erlernte praktisch umgesetzt. Einfache praktische Experimente sollen ein Gefühl geben, wie Prozessdaten ermittelt werden. **Synthese / Beurteilen** Die Studierenden werden befähigt, Prozesse zu bewerten und lösungsorientiert anzupassen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Erfolgreich bestandenes Praktikum als Zulassung zur Klausur. Das Praktikum ist dann erfolgreich absolviert, wenn das Gesamttestat erteilt worden ist.
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfehlung: Metallurgie und Recycling
Literatur	Vorlesungs- und Übungsskripte (z.T. Power-Point Folien) mit jeweils integrierten Schriftumsverzeichnissen über L2P erhältlich
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur gewichtet 100% und /oder mündl. Prüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Vranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. Die Klausur darf erst nach erfolgreichem Praktikumsabschluss geschrieben werden. Erfolgreich bestandenes Praktikum: Das Praktikum ist dann erfolgreich absolviert, wenn das Gesamttestat erteilt worden ist.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher:

	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. (UA) Karl Bernhard Friedrich
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur/mündl. Prüfung - Planung und Wirtschaftlichkeit metallurgischer Anlagen (521292801)	2. Semester	1. Semester	7	0
Praktikum - "scale up" von Versuchsergebnissen (521292802)	2. Semester	1. Semester	0	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung - Planung und Wirtschaftlichkeit metallurgischer Anlagen "case study"	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung - Qualitäts- und Risk Management	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung - Planung und Wirtschaftlichkeit metallurgischer Anlagen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Thermische Gewinnungsprozesse der Nichteisenmetalle (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212909
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Reaktionstechnik der wichtigsten Hochtemperaturprozesse zur Gewinnung/Darstellung von Nichteisenmetallen: Drehrohr- und Wirbelschichttechnik, Konverter mit Schlackenmetallurgie, aluminothermische Reduktion, Schmelzzyklon, moderne Badschmelzverfahren (ISA-smelt, TBRC, QSL) sowie Elektrolichtbogenofen, jeweils mit • Prozess bestimmenden Mechanismen und Prozessparametern • thermophysikalischen/thermochemischen Grundlagen • Anlagenprinzipien, Auslegung und scale up • Methoden zur Produktbewertung • Prozessbeispielen aus der NE-Metallurgie
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Die Studierenden kennen die entscheidenden „unit operations“ der Hochtemperaturmetallurgie für die Gewinnung von Nichteisenmetallen aus Primär- wie auch Recyclingrohstoffen. **Anwenden / Analyse** Die Studierenden sind in der Lage, Kriterien zur Auswahl geeigneter Reaktoren für eine gegebene metallurgische Aufgabenstellung festzulegen und ein „benchmark“ durchzuführen. **Synthese / Beurteilen** Sie erlangen Fähigkeiten zur quantitativen Entwicklung, Auslegung bzw. Analyse der Prozesse.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Metallurgie und Recycling, Heterogene Gleichgewichte
Literatur	Vorlesungs- und Übungsskripte mit jeweils integrierten Schrifttumsverzeichnissen über L2P erhältlich
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur gewichtet 100% und /oder mündliche Prüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. ; Die Klausur darf erst nach erfolgreichem Praktikumsabschluss geschrieben werden. Erfolgreich bestandenes Praktikum: Das Praktikum ist dann erfolgreich absolviert, wenn das Gesamttestat erteilt worden ist. Das Hauptvertiefungsmodul ist abgeschlossen, wenn zusätzlich zu den bestandenen Klausuren der Teilveranstaltungen „Thermische Raffinationsprozesse für Nichteisenmetalle“ und „Thermische Gewinnungsprozesse für Nichteisenmetalle“ eine erfolgreich bestandene mündliche Modulabschlussprüfung über beide Teilveranstaltungen abgelegt wurde.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. (UA) Karl Bernhard Friedrich
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktikum - Therm. Gewinnungsprozesse d. NE-Metalle (521290902)	1. Semester	2. Semester	0	3
Klausur/mündl. Prüfung - Therm. Gewinnungsprozesse d. NE-Metalle (521290901)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung - Therm. Gewinnungsprozesse d. NE-Metalle	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung - Therm. Gewinnungsprozesse d. NE-Metalle	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Prozess- und Werkstoffmodellierung (Wahlpflichtfach)
Kennung	5211656
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2007
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Teil MPIE Modellentwicklung, Modellierung metallkundlicher Vorgänge, analytische und statistische Modelle, Monte- Carlo-Methoden, zelluläre Automaten, Vertexmodelle, Molekulardynamik, Versetzungsdynamik, Taylormodelle selbstkonsistente Verformungsmodelle ; Teil GI VO: Herleitung der Erhaltungsgleichungen (Masse, Impuls, Enthalpie, Konzentration), Verallgemeinerte Erhaltungsgleichung, FD/CV-Diskretisierung, Implizit/Explizit, Up- wind/Hybridschema, staggered grid, SIMPLER-Verfahren, Gefügesimulation (Phasenfeld, zellulärer Automat, Volume Averaging), Firmenbesuch (Magma GmbH) UE: Einführung in den Umgang mit einer kommerziellen Software zur Simulation gießtechnischer Prozess (Geometrieeingabe, Netzgenerierung, Anfangs- und Randbedingungen, Materialdaten, Simulationsdurchführung, Ergebnisanalyse) PR: eigenständige Arbeiten zur Geometrieeingabe, Netzgenerierung, Simulation und Auswertung ; Teil IBF Aufgaben und Bedeutung der Modellierung, Erläuterung der FEM, Grundgleichungen, Fehlerquellen, Zielorientierte Modellierung von Umformprozessen, Modellierung der geometrischen und physikalischen Randbedingungen, Diskussion der Simulationsergebnisse, Sensibilitätsanalyse.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen / Verstehen Die Studierenden kennen verschiedene Modellierungsansätze. Sie können diese anwenden und auf werkstoffspezifische oder prozessbezogene Anwendungen übertragen. Anwenden / Analyse Die Studierenden sind in der Lage, Simulationen selbständig durchzuführen. Synthese / Beurteilen Ebenso sind sie fähig die Ergebnisse der Simulationen kritisch zu bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine Voraussetzungen
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Note ergibt sich zu 100% aus der Klausur. Voraussetzung zur Teilnahme an der ; Prüfung ist erfolgreich abgeschlossenes Praktikums.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher:

	Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher:
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	90
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Prozess- und Werkstoffmodellierung (521165601)	1. Semester	2. Semester	8	0
Praktikum Prozess- und Werkstoffmodellierung (521165602)	1. Semester	2. Semester	0	7

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Prozess- und Werkstoffmodellierung	1. Semester	2. Semester	-	-

Modultitel	Grundlagen und Lösungsverfahren der Umformtechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212839
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 Einführung • Allgemeine Einführung • Einordnung und Einteilung der Umformverfahren • Zielgrößen der Umformtechnik 2 Grundgrößen • Spannung • Formänderung • Formänderungsgeschwindigkeit 3 Grundgrößen • Formänderungsarbeit/ Formänderungsleistung • Fließspannung, Fließkurve 4 Randbedingungen • Kontinuitätsgleichung • Reibung • Wärmeübertragung • Ermittlung von Stoff- und Randgrößen 5 Grundgleichungen • Gleichgewichtsbedingungen • Fließbedingung, Fließkriterium • Fließgesetz, Fließregel • Vergleichsgrößen 6 Technologische Zielgrößen • Umformarbeit, Umformleistung • Umformkraft • Umformwiderstand • Umformwirkungsgrad • Temperatur • Formänderungsvermögen 7 Elementare Plastizitätstheorie • Grundlagen des Stauchens (Streifenmodell)

	• Grundlagen des Reckschmiedens (Streifenmodell) 8 • Grundlagen des Längs- und Flachwalzens (Streifenmodell) 9 • Grundlagen des (Durch-)Ziehens (Scheibenmodell) 10 • Grundlagen des Strangpressens (Scheibenmodell) 11 FEM- Anwendung • Grundlagen der FEM- Anwendung 12 • Nichtlinearitäten und Lösungsverfahren • Netzentartung und Remeshing • Kontakt und Reibung Grundlagen der Ähnlichkeitstheorie • Einführung in die Ähnlichkeitstheorie 13 • Herleitung von Modellen, Maßstäben und Kennzahlen • Zusammenstellung üblicher Kennzahlen • Ähnlichkeitsanalyse von Umformverfahren • Modellwerkstoffe und –technik 14 • Auswerteverfahren Visioplastizität • Gleitlinientheorie • Schrankenverfahren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Kenntnisse: Die Studierenden kennen Möglichkeiten und Grenzen von umformtechnischen Lösungsverfahren einschließlich FEM und Ähnlichkeitstheorie • Verstehen: Studierende besitzen ein detailliertes Verständnis der Plastomechanik. • Anwendung und Analyse: Die Studierenden sind fähig zur Analyse der Grundprozesse der Umformtechnik, zur Wahl der geeigneten Lösungsmethode sowie zur Herleitung elementarer Zusammenhänge zur Beschreibung und Bewertung von Prozessen • Praxis: Im Praktikum lernen die Studierenden anhand von praxisorientieren Anwendungsfällen die Einsatzmöglichkeiten von FEM im Bereich der Umformtechnik. Dazu nutzen die Studierenden im Selbststudium CLiPS, eine webbasierte Anwendung zur Durchführung von FE-Simulationen. Begleitende Berichte und gegenseitige Peer-Reviews fördern dabei die Kompetenzen im Bereich eigenständiger Forschung.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Einführung in die Umformtechnik oder gleichwertige Veranstaltung Grundlagen der technischen Mechanik
(empfohlene) Voraussetzungen	Einführung in die Umformtechnik oder gleichwertige VeranstaltungGrundlagen der technischen Mechanik
Literatur	• Kopp, Wiegels: Einführung in die Umformtechnik • Lange: Handbuch der Umformtechnik, Band 1-4
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur, Teilnahme an der Klausur nur nach erfolgreicher Absolvierung des Praktikums möglich ;; (Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum)

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer M. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Gerhard Hirt
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Grundlagen und Lösungsverfahren der Umformtechnik (521283901)	1. Semester	2. Semester	7	0
Praktikum - Grundlagen und Lösungsverfahren in der Umformtechnik (521283902)	1. Semester	2. Semester	0	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Grundlagen und Lösungsverfahren der Umformtechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Grundlagen und Lösungsverfahren der Umformtechnik	1. Semester	2. Semester	-	5

Modultitel	Modellierung von Umformprozessen (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212932
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Aufgaben und Bedeutung der Modellierung, Erläuterung der FEM, Grundgleichungen, Fehlerquellen, Zielorientierte Modellierung von Umformprozessen, Modellierung der geometrischen und physikalischen Randbedingungen, Diskussion der Simulationsergebnisse, Sensibilitätsanalyse
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Die Studierenden kennen und verstehen die detaillierten Grundlagen der numerischen Simulation. **Anwenden / Analyse** Die Studierenden sind in der Lage anhand von umformtechnischen Aufgabenstellungen aus der umformtechnischen Praxis numerische Modelle aufzubauen. **Synthese / Beurteilen** Die Studierenden können Einflussgrößen und Ergebnisse der Berechnungen bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfehlungen: Werkstoffverarbeitung Umformen aus dem zugehörigen Bachelor oder gleichwertige Veranstaltung
Literatur	• Bathe: Finite Elemente Methoden, Springer Verlag • Wriggers: nichtlineare Finite Elemente Methoden, Springer Verlag • Kopp, Wiegels: Einführung in die Umformtechnik • Lange: Handbuch der Umformtechnik, Band 1-4
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur und/ oder mündl. Prüfung Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. Teilnahme an der Klausur nur nach erfolgreicher Absolvierung des Praktikums möglich (Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Gerhard Hirt
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktikum - Modellierung von Umformprozessen (521293202)	1. Semester	2. Semester	0	7
Klausur/mündl. Prüfung - Modellierung von Umformprozessen (521293201)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
V/Ü - Modellierung von Umformprozessen	1. Semester	2. Semester	-	-

Modultitel	Anlagentechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212939
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Lichtbogenofentechnik; Anlagen zur Wärmebehandlung (diskontinuierlich, kontinuierlich, ohne/mit Änderung chemischer Eigenschaften); Öfen für die Anwendung in bestimmten Produktionsbereichen (Stahl, Al, Glas,…); rationeller Energieeinsatz und Umwelttechnik
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen / Verstehen Studierende lernen und verstehen die Grundlagen der Anlagentechnik. Anwenden / Analyse Die Studierenden sind in der Lage, Industrieöfen die i. W. konvektionsbestimmt sind, zu berechnen. Synthese / Beurteilen Anhand ihrer Berechnungen können sie die Öfen bewerten und für industrielle Fragestellungen auswählen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine Voraussetzungen für die Zulassung zum Modul
Literatur	Skripte
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Bewertung anhand des Prüfungsergebnisses (Klausur oder mündliche Prüfung, 100% der Modulnote), Anwensenheitspflicht im zugehörigen Praktikum
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Herbert Pfeifer
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktikum - Anlagentechnik (521239302)	1. Semester	2. Semester	0	3
Klausur/mündl. Prüfung - Anlagentechnik (521293901)	1. Semester	2. Semester	8	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung - Anlagentechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung - Anlagentechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Berechnung und Auslegung von Industrieöfen (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212722
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Prinzipien der Wärmeübertragung; Erhaltungsgleichungen (Masse, Impuls, Energie); Turbulenzmodellierung; Grenzschichten (Geschwindigkeit, Temperatur, Konzentration); Freistrahlen (Brenner, Kühlstrecken); Transportphänomene bei umströmten Körpern (Kugel, Zylinder, Platte); Transportphänomene bei durchströmten Körpern (z. B. Rohre); numerische Verfahren (CFD)
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sind in der Lage Industrieöfen mit i. W. konvektiv dominiertem Wärmeübergang auszulegen und zu berechnen sowie zu bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine Voraussetzungen für die Zulassung zum Modul
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Bewertung anhand des Prüfungsergebnisses (Klausur oder mündliche Prüfung, 100% der Modulnote), Anwensenheitspflicht im zugehörigen Praktikum
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher:Universitätsprofessor Dr.-Ing. Herbert Pfeifer
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur - Berechnung und Auslegung von Industrieöfen (521272201)	2. Semester	1. Semester	8	0
Praktikum - Berechnung und Auslegung von Industrieöfen (521272202)	2. Semester	1. Semester	0	3

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung - Berechnung und Auslegung von Industrieöfen	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Eisen- und Stahlmetallurgie (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212908
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Möllervorbereitung • Metallurgischer Koks • Thermodynamik und Kinetik der Fe-Metallurgie • Schlackensysteme • Hochofen: Aggregat, Prozess, Metallurgie • Direktreduktionsverfahren: Aggregat, Prozess, Metallurgie • Elektrolichtbogenofen: Aggregat, Prozess, Metallurgie • Energiehaushalt und Messtechnik der Prozessaggregate • Feuerfesttechnologie
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Die Studierenden kennen die wichtigsten Merkmale der anlagentechnischen Zusammenhänge der Prozessaggregate, die thermochemischen Eigenschaften der jeweiligen Zwischenprodukte und die kinetischen Prozessabläufe. **Anwenden / Analyse** Dies befähigt die Studierenden, Prozessabläufe zu verstehen und zu verbessern. Das theoretische Wissen wird durch Übungen und Praktika vertieft. Sie sollen Theorie und praktische Verfahrensanwendungen parallel beherrschen lernen. **Synthese / Beurteilen** Die Studierenden sind in der Lage, als Metallurge mit ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung in der Eisen- und Stahlindustrie, im Anlagenbau sowie in der Forschung tätig zu sein.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Erfolgreich bestandenes Praktikum als Zulassung zur Klausur. Das Praktikum ist dann erfolgreich absolviert, wenn das Gesamtestat erteilt worden ist
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• H.-W. Gudenau: Materialsammlung zum Praktikum Metallurgie, 5. Auflage, Institut für Eisenhüttenkunde, Aachen 2002 • H.-W. Gudenau und Mitarbeiter: Materialsammlung zum Praktikum Eisenhüttenmännische Verfahrenstechnik, Institut für Eisenhüttenkunde, Aachen 1989 • A. Babich, D. Senk, H. W. Gudenau, K. Th. Mavrommatis: Ironmaking: Textbook, Institut für Eisenhüttenkunde, Aachen 2008 • K.-H. Heinen: Elektrostahl-Erzeugung, Verlag Stahleisen, 4. Ausgabe 1997 • Martin G. Frohberg: Thermodynamik für Metallurgen und Werkstofftechniker, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig, 1994 • L. von Bogdandy: Die physikalische Chemie der Eisen- und Stahlerzeugung, Verlag Stahleisen,1964 • L. Gmelin-Durrer: Metallurgie des Eisens: Bd. 5a/b, 7 a/b., 8. Auflage, Springer Verlag Berlin-Heidelberg, 1978 • F. Cappel, H. Wendeborn: Sintern von Eisenerzen, Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf 1973 • Vorlesungs-Hand-Out

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur gewichtet 100% und/oder mündliche Prüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. Teilnahme an der Klausur nur nach erfolgreicher Absolvierung des Praktikums möglich (Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Professor h. c. (CN) Dr.-Ing. Dr. h. c. (CZ) Dieter Georg Senk
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung/Praktikum - Eisen- und Stahlmetallurgie (521290802)	1. Semester	2. Semester	0	5
Klausur/mündl. Prüfung - Eisen- und Stahlmetallurgie (521290801)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung - Eisen- und Stahlmetallurgie	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Hochleistungskeramik (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212924
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Zweisemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Grundlagen der Bruchmechanik; Bruchfestigkeit von Keramiken: Einfluss von Fehlern, Belastungsarten, Weibull-Statistik; Bruchzähigkeit und R-Kurve: Rissüber-brückung, Prozesszonenmechanismus; Kinetische Ein-flüsse: unterkritisches Risswachstum, mechanische Be-schreibung des Sinterns; Kontaktbelastung; Prüfverfahren. • Gefügevarianten von Verbundwerkstoffen, Mischungsre-geln zur Beschreibung der integralen Eigenschaften; bruchmechanische Grundlagen der Dispersions- und Fa-serverstärkung; Raumtemperatur- und Hochtemperaturei-genschaften; keramische Dispersionswerkstoffe: Herstel-lung, Eigenschaften, Anwendungen; faserverstärkte Ke-ramiken: Faserherstellung (Kurzfasern, Langfasern), Mat-rixsysteme, P/M-Methoden, Infiltrationsverfahren (Flüs-sigsilizierung, Gasinfiltrationsverfahren, Polymerinfiltration und Pyrolyse); Anwendungen. Keramische Verbundwerk-stoffe mit metallischen Komponenten (Hartmetalle, Cer-mets, Metcers), Herstellung über pulvermetallurgische Methoden, In-situ-Reaktionsverfahren, RBAO, Lanxide, Dimox, ternäre Boride, MAX-Phasen), Gradientenwerk-stoffe. • Elektrokeramiken: Keramische Isolatoren, Elektronenleiter, NTC/PTC, Supraleiter, Piezokeramiken, Ionenleiter; Brennstoff- und Elektrolysezellen; Gastrennmembrane; Wärmedämmschichten; Batterieanwendungen; Herstel-lungsmethoden, Bauteilcharakteristika. • Thermodynamische und kinetische Grundlagen. Flüssig-keitskorrosion, Schmelzkorrosion, Verschlackung, Gaskor-rosion, Salzschmelzkorrosion, Passivierung, thermodyna-mische Simulation, Fallbeispiele aus der Technik • Praktikumsversuche zur Herstellung von Hochleistungske-ramik/Verbundwerkstoffen, Prüfung mechanischer und/ oder elektrischer Eigenschaften, Anwendung der Weibull-Statistik, Interpretation der Messergebnisse
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Die Kenntnis der Wechselwirkung zwischen Kristallstruktur, Gefüge und Materialeigenschaften der Hochleistungskeramiken sind vertieft verstanden. **Anwenden / Analyse** Anhand spezifischer Beispiele können die physikalischen, chemischen und thermomechanischen Einsatzgebiete und Anwendungsgrenzen abgeleitet werden. **Synthese / Beurteilen** Die Fähigkeit zur problemorientierten Werkstoffauswahl und zur Schadensanalytik ist gefestigt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum Voraussetzung für die Klausur.
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Umdrucke; Salmang, H., Scholze, H., Keramik, Springer, 7.Auflage 2006. • Richerson, D.W., Modern Ceramic Engineering, • Marcel Dekker, New York 1992; Czichos, H.; Habig, K.-H., Tribologie-Handbuch - Reibung und Verschleiß, Vieweg (2003)

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur gewichtet 100% (120 Min.) und /oder mündliche Prüfung Die Prüfungsform wird zu Beginn der Vranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. Teilnahme an der Klausur nur nach erfolgreicher Absolvierung des Praktikums möglich (Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Rainer Telle
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktikum - Hochleistungskeramik (521292402)	2. Semester	1. Semester	0	1
Klausur/mündl. Prüfung - Hochleistungskeramik (521292401)	2. Semester	1. Semester	7	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung - Bruchmechanik, Verstärkung und Prüfung von Sonderkeramik	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung - Keramische Verbundwerkstoffe (Option 2)	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung - Korrosion	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung - Keramische Werkstoffe für die Energietechnik (Option 1, falls nicht bereit in einem anderen Vertieferfach belegt)	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Lasermesstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011691
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung in die Lasermesstechnik: Grundlagen, Anwendungen, Markt, Entwicklungstrends 2. Eigenschaften der Laserstrahlung: elektromagnetische Welle, Strahlparameter, Bestrahlungsstärke, Phase, Ausbreitung, Wellenlänge, Polarisation, Beugung, Kohärenz, Vergleich Laserstrahlung - thermisches Licht, Gaußscher Strahl 3. Wechselwirkung Laserstrahlung - Materie: Teilchencharakter, Reflexion, Brechung, Absorption; Lichtstreuung - Rayleigh, Mie, Raman; Frequenzverdopplung, Doppler-Effekt 4. Strahlformung und -führung: optische Elemente zur Strahlmodulation, Strahlablenkung und -teilung, Veränderung der Polarisation, Modulation der Intensität, Wellenlängenmodulation, Phasenschiebung, Ausbreitung Gaußscher Strahlen, optische Fasern 5. Detektion elektromagnetischer Strahlung: thermische Detektoren, photoelektrische Detektoren, Halbleiterdetektoren, ortsauflösende Detektoren, Messung von Detektorsignalen 6. Laser-Interferometrie: Grundlagen, Superpositionsprinzip und komplexe Schreibweise, Abstandsmessungen mit Laser-Interferometer, Polarisationsinterferometer, Doppelfrequenzinterferometer, Wellenlänge als Längenmaßstab, Messbereich und -genauigkeit, Winkelmessung, Geradheitsmessung, Twyman-Green-Interferometer, Anwendungsbeispiele 7. Holografische Interferometrie: Prinzip der Holografie und holografischen Interferometrie, Doppelbelichtungsverfahren, Echtzeitverfahren, Empfindlichkeitsvektor, Objekttranslation und -rotation, Phasenshiftverfahren, Messaufbau, Anwendungsbeispiele 8. Speckle-Messtechnik: Entstehung von Speckles, Speckle-Fotografie, abbildende Speckle-Fotografie, unfokussierte Speckle-Fotografie, Speckle-Interferometrie, Zeitmittelungsverfahren, Anwendungsbeispiele 9. Laser-Triangulation: Prinzip, Scheimpflug-Bedingung, Kennlinie eines Triangulationssensors, Einflussgrößen bei der Laser-Triangulation, Strahlverlauf, Eigenschaften der Objektoberfläche, Detektor und Signalauswertung, atmosphärische Einflüsse, Konturmessung, Anwendungsbeispiele 10. Laser-Doppler-Verfahren: Doppler-Effekt, Laser-Vibrometer, Laser-Doppler-Anemometer, Signalverarbeitung, Messbereich, Anwendungsbeispiele 11. Optische Kohärenztomographie (OCT): Time-Domain OCT, Fourier-Domain OCT, Signalauswertung, Auflösung und Messbereich, Anwendungsbeispiele 12. Laser-Spektroskopie I: Laser-Emissionsspektroskopie (LlBS), Verdampfung und Plasmabildung, zeitaufgelöste Spektroskopie, Spektrenauswertung, Messbereich, Anwendungsbeispiele 13. Laser-Spektroskopie II: Laser-induzierte Fluoreszenz (LIF), Light Detection and Ranging (LIDAR), differentielles Absorptions-LiDAR, Signalverarbeitung, Messbereich, Anwendungsbeispiele; Coherent Anti-Stokes Raman Spectroscopy (CARS), Messbereich, Anwendungsbeispiele 14. Laser, Laseranlagen, Begriffe, Sicherheit - Normen und Regelwerke
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studenten kennen die maßgeblichen Grundlagen für Lasermessverfahren: Eigenschaften der Laserstrahlung, Wechselwirkung Laserstrahlung mit Materie, Strahlformung und -führung sowie Detektion elektromagnetischer Strahlung. • Die Studenten können selbstständig Berechnungen zu Strahlformung, Interferenzerscheinungen, Beugungsphänomenen, Kohärenzeigenschaften, Reflexion und Brechung, Lichtstreuung, Polarisation, Ausbreitung Gaußscher Strahlen, optische Fasern, Detektion von Laserstrahlung sowie Sicherheit von Laserstrahlung durchführen. • Sie sind mit den Grundprinzipien und Eigenschaften der Lasermessverfahren vertraut: Interferometrie, Holografie, Speckle-Messtechnik, Laser-Triangulation, Laser-Dopplerverfahren, optische Kohärenztomographie, Laser-Spektroskopie. • Sie kennen die etablierten Einsatzgebiete und die Potentiale der Lasermesstechnik in der Produktionstechnik sowie in Forschung- und Entwicklung.

	Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studenten sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu erörtern und selbstständig zu lösen, diese Lösungen zu präsentieren und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Skript • A. Donges, R. Noll: Lasermesstechnik - Grundlagen und Anwendungen, Hüthig-Verlag (Neuauflage in engl. 2013, Springer-Verlag)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• 1 Klausur oder • 1 mündliche Prüfung Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder der Note der mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Reinhard Noll
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Lasermesstechnik (401169101)	1. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Lasermesstechnik	1. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Lasermesstechnik	1. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Nonlinear Finite Element Methods for Solids (Wahlpflichtfach)
Kennung	3013261
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Introduction: Course outline, Historical review, Overview of current research topics 2. Mechanics of a nonlinear 1D bar: Equilibrium, kinematics and material modeling, Strong form and weak form 3. FE formulation of the 1D bar: FE discrezation and interpolation, Derivation of FE arrays, Newton-Raphson iteration 4. 1D FE code structuring: FE solution algorithm, Boundary conditions, Efficient coding 5. Elastoplasticity of a 1D bar: Elasto-plastic material behavior, Corresponding solution algorithms, FE implementation 6. Review of continuum mechanics: Tensor algebra and analysis, Kinematics and balance laws, Variational methods 7. Continuum constitutive theory: Hyperelasticity, Stress tensors and matrial tangent 8. 2D FE formualtions: FE discretization and interpolation, Derivation of the finite element arrays, Isoparametric concept, numerical quadrature 9. Consistent linearization: Derivation of the FE tangent matrices, Voigt notation 10. 2D FE code structuring: Solution algorithm, Efficient coding, Data management 11. Boundary conditions: Application of Direchlet and Neumann BC, Periodic BC 12. FE mesh generation: Basic mesh generation, Commercial mesh generation tools 13. Postprocessing: Stress smoothing, Data visualization 14. Error estimation: Convergence, Error measures 15. Advanced topics in nonlinear FEM: Adaptivity, FE^2, Isogemetric analysis
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: The Students • have clear knowledge of the foundations and methods of solid mechanics • understand the principles behind FE formulations for solids • can contruct FE formulations for given solid models • can implement these fomulations into FE codes • understand the difficulties and disadvantages of FE approaches
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " A course on Continuum Mechanics or Strength of Materials (Technische Mechanik II)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlen werden Kentnisse aus Continuum Mechanics oder Strength of Materials (Technische Mechanik II).
Literatur	• Wriggers, P.: Nonlinear Finite Element Methods, Springer, 2008 • Oden, J.T.: Finite Elements of Nonlinear Continua, Dover Ed., 2006 • Belytschko, T. et. al.: Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, Wiley, 2000
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Die Prüfung besteht aus einer benoteten mündlichen Prüfung und einer benoteten schriftlichen Ausarbeitung. Die Modulnote ergibt sich zu 50% aus der mündlichen Prüfung und zu 50 % aus der schriftlichen Ausarbeitung. Es gibt keine Voraussetzungen für die Teilnahme an der Prüfung.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortliche Fakultät 3Modellierungsteamverantwortlicher: Philipp Friedl M. A.Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. Roger A. SauerUniversitätsprofessor Marek Behr Ph. D.Universitätsprofessorin Dr.-Ing. Stefanie Reese
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündl. Prüfung Nonlinear Finite Element Methods for Solids (301326101)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Nonlinear Finite Element Methods for Solids	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Mechanics of Forming Processes (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011512
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Course content: 1. Introduction to forming: common industrial metal forming processes and main challenges related to modelling 2. Review of continuum mechanics basics and tensor calculus, kinematic and balance relations 3. Constitutive models of plastic deformation and material properties 4. Boundary conditions: e.g. friction and lubrication, heat transfer, applied loading 5. Analytical methods in forming: e.g. Slab analysis, upper bound method, slip line field analysis 6. Numerical methods in forming: e.g. finite element method, finite difference method 7. Modelling of industrial forming processes demonstrated by examples 8. Ongoing research questions in metal forming 9. Case study e.g. high-speed forming
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge / Understanding Overall goal: After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes: 1. Understand the theoretical backgrounds of forming processes and plasticity. 2. Know state-of-the-art metal forming processes such as sheet bending, cupping, drawing, hydroforming, detonation forming, spinning, rolling, closed die forging and extrusion. 3. Know analytical and numerical modelling techniques in forming (e.g. slab analysis, upper bound analysis, finite element method). 4. Understand the challenges of the modelling of forming processes and know the limitations of the modelling techniques (e.g. numerical instabilities) 5. Be aware of ongoing research questions in metal forming Abilities / Skills Students are able to: 1. Develop mechanical models for describing forming processes 2. Select the appropriate modelling technique for a given forming problem 3. Determine the right level of model complexity for efficient and reliable simulation 4. Determine load and motion requirements for forming machines/processes
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	It is advantageous to be familiar with the foundations of continuum mechanics
(empfohlene) Voraussetzungen	It is advantageous to be familiar with the foundations of continuum mechanics.
Literatur	Vorlesungsunterlagen William F. Hosford, Robert M. Caddell; Metal Forming, Mechanics and Metallurgy; Publisher: Cambridge University Press; 2007 G.W. Rowe, C.E.N. Sturges, P. Hartley, I. Pillinger; Finite-element plasticity and metalforming analysis; Publisher: Cambridge University Press; 2005 J. Lemaitre, J.L. Chaboche; Mechanics of Solid Materials; Cambridge University Press; 1994
Sprache	Englisch

Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche oder mündliche Prüfung (abhängig von der Teilnehmerzahl)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Mechanics of Forming Processes (401151201)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Mechanics of Forming Processes	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Mechanics of Forming Processes	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Materials Chemistry II (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212500
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Das chemische Gleichgewicht • Phasendiagramme • Die Eigenschaften von Mischungen • Statistische Thermodynamik • Die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen • Elastische Eigenschaften • Die Eigenschaften von Überflächen
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Den Studierenden wird durch vielfältige digitale Lernformate die Kompetenz vermittelt, Konzepte des chemischen Gleichgewichts, der statistischen Thermodynamik und der Eigenschaften von Phasendiagrammen selbstständig zu reproduzieren. Durch das kombinierte Lehrangebote von Vorlesung, Übung,und digitalen Lernfortschrittskontrollen mittels Dynexite werden Studierende befähigt, die Eigenschaften von Legierungen zu beschreiben und zu erläutern. **Anwenden / Analyse** Mit Hilfe der digitalen Ausrichtung der Lehrveranstaltung, wenden die Studierenden das in der Vorlesung vermittelte Wissen auf praxisnahe regelmäßige Übungs- und Dynexite-Aufgaben an. **Synthese / Beurteilen** Durch das Zusammenspiel von analogen und digitalen Lehrmethoden wird Studierenden die Fähigkeit vermittelt, thermodynamische und kinetische Eigenschaften von Materialien anwendungsnah zu beurteilen. Studierende können anhand dessen selbstständig die Auswahl geeigneter Werkstoffe für unterschiedliche Prozesse und Anforderungen vornehmen. ; ;
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	erfolgreiche Absolvierung des Praktikums Werkstoffchemie I
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine Voraussetzungen für die Zulassung zum Modul; empfohlen: Englischkenntnisse, Werkstoffchemie I
Literatur	Lehrbuch: P.W. Atkins, Physikalische Chemie
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur (englisch oder deutsch); darüber hinaus kann eine Verbesserung der Klausurnote durch Teilnahme an einer freiwilligen Lernfortschrittskontrolle erreicht werden. Werden in dieser 80% der Punkte erreicht, verbessert sich die Klausurnote um eine Notenstufe (also z.B. von 3,7 auf 3,3), bei Erreichen von 90% verbessert sich diese um zwei Notenstufen (also z.B. von 3,7 auf 3,0). Diese Verbesserung gilt nur für alle Klausuren, die innerhalb eines Jahres nach der Lernfortschrittskontrolle

	geschrieben werden und unter der Voraussetzung, dass die Klausur mit einer Note von 4,0 oder besser bewertet wird. Eine bessere Gesamtnote als 1,0 ist in jedem Fall ausgeschlossen.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Jochen Schneider Ph. D.
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Werkstoffchemie II - Klausur (521250001)	1. Semester	2. Semester	6	0
Materials Chemistry II - Lernfortschrittskontrolle (521250002)	1. Semester	2. Semester	0	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Materials Chemistry II - Übung englisch (Option 2)	1. Semester	2. Semester	-	2
Materials Chemistry II - Vorlesung	1. Semester	2. Semester	-	4
Materials Chemistry II - Übung deutsch (Option 1)	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Mechanics of Soft Engineering Materials: Rubbers, Textiles and Non-Crimp Fabrics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011569
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Chemical Structure and Composition of Elastomers: natural rubber, synthetic rubbers, rubber vulcanization • Mechanical Properties of Elastomers and their Phenomenological Models: non-linear stress-strain response, incompressibility or slight compressibility, experimental study and strength hypothesis, stress softening, Mullins effect, permanent set and induced anisotropy • Molecular-Statistical Basis of Rubber Elasticity: freely jointed chain model, freely rotating chain model, random walk theory, free energy of an ideal chain and affine network of ideal chains, finite extensibility of chains, Langevin model • Micro-Mechanics of Filled Elastomers: micro-mechanically based hyperelastic models, Mullins effect and permanent set, induced anisotropy and permanent set, hysteresis, strain induced crystallization • Mechanics of Textiles and Non-Crimp Fabrics: experimental characterization, draping properties, phenomenological models, modeling inelastic effect in textiles and non-crimp fabrics
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Understanding of chemical structure and composition of elastomers from the engineering point of view, their connection to mechanical properties, the role of fillers • Fundamentals of statistical mechanics in application to rubber networks • Experimental methods in application to rubber, textile composites and non-crimp fabrics • Learning how to model elastomers under large strains by taking into account their molecular structure • Learning how to model draping properties of textiles and non-crimp fabrics and how to predict their defects under large strains.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Required: - Recommended: • Continuum Mechanics • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I
Literatur	Lecture notes (script)
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The final mark is the mark of the oral exam.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	3

Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Mechanics of Soft Engineering Materials (401156901)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Mechanics of Soft Engineering Materials	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Glaskeramiken und teilkristalline Composite - Materialentwicklung und -optimierung, Kinetik und Thermodynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	5217903
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Im Rahmen der Veranstaltung werden die fundamentalen Eigenschaften von glaskeramischen Grundsystemen (inkl. Bioglaskeramiken) und ihre Anwendungen besprochen. Seitens der Thermodynamik und Kinetik werden die Grundlagen für das Schmelzen und die Kristallisation von Glaskeramiken und daraus resultierenden Composite-Materialien vermittelt. Die werkstoffwissenschaftlichen Grundlagen für eine glaskeramische Materialentwicklung werden erarbeitet. Unterschiedliche kinetische Modelle zur Beschreibung der Kristallisation werden vermittelt und die Anwendung dieser Modelle wird in Übungen vertieft. Methoden der Konditionierung (wie z.B. Festigkeitssteigerung, Anisotropieeinbringung, chemische Gradientenausprägung) von Glaskeramiken werden besprochen und anhand von Modellen angewendet. Ebenso werden Methoden zur analytischen Charakterisierung von Glaskeramiken besprochen und Anwendungsbereiche und Grenzen dieser Methoden dargestellt. Es wird die gesamte Prozesskette von der Materialentwicklung bis hin zum fertigen und konditionierten Produkt vermittelt. Die Herstellung und die Charakterisierung von Glaskeramiken werden in einem Praktikum vertieft.
Lernziele/Lernergebnisse	Der/die Studierende ist nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls in der Lage, eine Glaskeramik oder einen teilkristallinen Composite auf Basis von Eigenschaftsvorgaben zu entwickeln und die Bedingungen festzulegen um das Ausgangsglas zu erschmelzen, es in den (teil-)kristallinen Zustand zu überführen und ggf. darüber hinaus zu konditionieren. Ebenso beherrscht der/die Studierende die Grundlagen der geeigneten analytischen Charakterisierungsmethoden zur Beschreibung von Glaskeramiken und teilkristallinen Compositen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Glastechnische Grundlagen, wie beispielsweise durch die Module "Einführung in die Werkstofftechnik: Glas" oder "Glastechnologie". Außerdem ist die Masterveranstaltung "Werkstofftechnik Glas (M.Sc.)" empfohlen.
Literatur	Folien und Erläuterungen zur Vorlesung Übungsunterlagen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Schriftliche Klausur oder mündl. Prüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. Klausurvoraussetzungen: Erfolgreich absolviertes Praktikum als Zulassung zur Klausur. ; Zur erfolgreichen Absolvierung des Praktikums gehört: ; - Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum. ; - Die erfolgreiche Anfertigung eines Versuchsprotokolls zum jeweiligen Einzelversuch.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer M. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Christian Roos

ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Glaskeramiken - P (521790302)	2. Semester	1. Semester	0	2
Glaskeramiken - Klausur/mündl. Prüfung (521790301)	2. Semester	1. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Glaskeramiken - V	2. Semester	1. Semester	-	3
Glaskeramiken - Ü	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Thermische Gewinnungsprozesse der Nichteisenmetalle (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212909
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Reaktionstechnik der wichtigsten Hochtemperaturprozesse zur Gewinnung/Darstellung von Nichteisenmetallen: Drehrohr- und Wirbelschichttechnik, Konverter mit Schlackenmetallurgie, aluminothermische Reduktion, Schmelzzyklon, moderne Badschmelzverfahren (ISA-smelt, TBRC, QSL) sowie Elektrolichtbogenofen, jeweils mit • Prozess bestimmenden Mechanismen und Prozessparametern • thermophysikalischen/thermochemischen Grundlagen • Anlagenprinzipien, Auslegung und scale up • Methoden zur Produktbewertung • Prozessbeispielen aus der NE-Metallurgie
Lernziele/Lernergebnisse	-
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Metallurgie und Recycling, Heterogene Gleichgewichte ;
Literatur	Vorlesungs- und Übungsskripte mit jeweils integrierten Schrifttumsverzeichnissen über L2P erhältlich
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur gewichtet 100% und /oder mündliche Prüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. Die Klausur darf erst nach erfolgreichem Praktikumsabschluss geschrieben werden. Erfolgreich bestandenes Praktikum: Das Praktikum ist dann erfolgreich absolviert, wenn das Gesamttestat erteilt worden ist. Das Hauptvertiefungsmodul ist abgeschlossen, wenn zusätzlich zu den bestandenen Klausuren der Teilveranstaltungen „Thermische Raffinationsprozesse für Nichteisenmetalle“ und „Thermische Gewinnungsprozesse für Nichteisenmetalle“ eine erfolgreich bestandene mündliche Modulabschlussprüfung über beide Teilveranstaltungen abgelegt wurde.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. (UA) Karl Bernhard Friedrich
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7

Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktikum - Therm. Gewinnungsprozesse d. NE-Metalle (521290902)	1. Semester	2. Semester	0	3
Klausur/mündl. Prüfung - Therm. Gewinnungsprozesse d. NE-Metalle (521290901)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung - Therm. Gewinnungsprozesse d. NE-Metalle	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung - Therm. Gewinnungsprozesse d. NE-Metalle	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Einführung in die Prozessleittechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212559
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Einführung • Modellwelten der Leittechnik • Prozessleitsysteme - Aufbau • Prozessleitsysteme - Systemfunktionen • Prozessleitsysteme - Softwarearchitektur • Kommunikationssysteme • Kommunikationssysteme • Technische Anlage • Technische Anlage • Automatisierungstechnik: Aktoreinheiten • Automatisierungstechnik: Verknüpfungssteuerung • Automatisierungstechnik: Ablaufsteuerung • Automatisierungstechnik: Auftragssteuerung • Automatisierungstechnik: Hierarchische Führungsstruktur • Reserve / Klausurübung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind mit den Aufgabenstellungen der Prozess- und Anlagenauto-matisierung vertraut. • Sie kennen den prinzipiellen Aufbau industrieller Leit- und Kommunikationssyste-me. • Sie sind in der Lage mit gängigen Modellierungsansätzen aus der Informatik leit-technische Systeme und für die Leittechnik relevante Systeme wie Anlagen, Pro-zesse, Produkte, Geräte, Aufträge, Ausführungsvorschriften usw. zu strukturieren und formal zu beschreiben. • Sie kennen die technischen Sprachen zur Beschreibung und Programmierung von Automatisierungsfunktionen und können diese zur Lösung von konkreten Prozess-führungsaufgaben praktisch anwenden. • Sie sind in der Lage leittechnische Lösungskonzepte zu analysieren und technisch zu bewerten.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	Skript
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Bewertung anhand des Prüfungsergebnisses (100% der Modulnote); schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Tobias Kleinert
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Einführung in die Prozessleittechnik (521255901)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture/Exercise Process Control Engineering	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Werkstofftechnik der Metalle (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212903
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	In dieser Veranstaltung werden die im Bachelor erlernten Kenntnisse der Werkstofftechnik des Stahls in Form einer Vorlesung, einer Übung und eines Praktikums vertieft. Der Einfluss von festigkeitssteigernden Mechanismen, der Temperatur sowie der Dehnratenabhängigkeit auf die mechanischen Eigenschaften von Stählen werden besprochen und anhand konventioneller und wahrer Spannungs-Dehnungs-Diagramme beschrieben. Dabei wird auch auf das Fließverhalten bzw. die Anisotropie und die Kaltumformbarkeit des Werkstoffs Stahls eingegangen. Zusätzlich werden Kenntnisse über Werkstoffschädigung, Bruchmechanik und Zähigkeit unter statischer sowie schwingender Belastung erlangt. Darüber hinaus erlernen die Studierenden wie die Prozesse zur Herstellung der jeweiligen Stahlgüten angepasst werden müssen, damit die Eigenschaften des Endprodukts den Anforderungen genügen. Abschließend wird die wirtschaftliche Bedeutung des Werkstoffs Stahl besprochen und Ökobilanzen für Stahlprodukte aufgestellt.
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sind fähig metallphysikalische Theorien mit Werkstoffeigenschaften zu verknüpfen. Sie kennen Verfahren und Prozesse, um entsprechende Werkstoffkennwerte zu ermitteln und zu beeinflussen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• W. Bleck: Werkstoffkunde Stahl für Studium und Praxis, Verlag Mainz, 2010 • W. Bleck, Spezielle Werkstoffkunde der Stähle für Studium und Praxis, Verlag Mainz, 2009 • W. Bleck: Werkstoffprüfung in Studium und Praxis, Verlag Mainz, 2011 • Ergänzende Literaturempfehlungen werden zu Beginn der Vorlesung ausgeteilt.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung, gewichtet 100%. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. Die Teilnahme an der Klausur ist nur nach erfolgreicher Absolvierung des Praktikums möglich. (Es gilt Anwesenheitspflicht im Praktikum nach § 5 der studiengangsspezifischen Prüfungsordnung.)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Marion Kreins
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7

Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Werkstofftechnik der Metalle - Klausur (521290301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Werkstofftechnik der Metalle - Vorlesung	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Werkstofftechnik der Metalle - Übung	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Werkstofftechnik der Metalle - Praktikum	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	4

Modultitel	Application of Artificial Neural Networks in Computational Material Modeling / Simulation (Wahlpflichtfach)
Kennung	5227979
Version	V1
Dauer (Semester)	-
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	Sommersemester 2023
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	-
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	-
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Application of Artificial Neural Networks in Computational Material Modeling / Simulation (522797901)	1. Semester	2. Semester	5	-

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Application of Artificial Neural Networks in Computational Material Modeling / Simulation	1. Semester	2. Semester	-	3
Exercise Application of Artificial Neural Networks in Computational Material Modeling / Simulation	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Practical Introduction to FEM-Software I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011666
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Allgemeine Einführung, Aufbau eines FEM-Programms, ANSYS (Benutzeroberfläche) • Modellierung und Berechnung von Fachwerken mit ANSYS 2 • Modellierung von Balkenstrukturen • ANSYS Kommandos, Arbeiten mit Eingabedateien • Postprocessing für Balkenelemente 3 • Allgemeine Einführung in das FEM-Programm CALCULIX • Modellierung und Berechnung von Balkenstrukturen mit CALCULIX • Datenaustausch zwischen ANSYS <-> CALCULIX 4 • Einführung in die 2D-Modellierung mit ANSYS (Teil 1) • 2D-Elementtypen, freie Vernetzung, Randbedingungen, Netzdichte, Postprocessing 5 • Kommandos für die 2D-Modellierung in CALCULIX • Randbedingungen, Netzdichte, Postprocessing 6 • Einführung in die 2D-Modellierung mit ANSYS (Teil 2) • Strukturierte Vernetzung (mapped mesh), “bottom up”-/ “top down” – Ansatz • ANSYS Kommandos für Wärmeleitungsprobleme 7 • APDL, Elementtypen, Randbedingungen, h- und p-Methode 8 • Postprocessing, Fehlerabschätzung 9 • ANSYS 3D-Modellierung (Teil 1), Geometrieerstellung, Selektierungs- und Gruppierungskommandos 10 • 3D-Modellierung (Teil 2), ANSYS- und CALCULIX-Kommandos, 3D-Elementtypen 11 • 3D-Modellierung (Teil 3), ANSYS- und CALCULIX-Kommandos, Extrusion von 2D-Modellen. 12 • Projektarbeit, Modellierung 13 • Projektarbeit, Modellierung, Berechnung, Postprocessing 14 • Projektarbeit, Dokumentation, Report 15 • Repetitorium
Lernziele/Lernergebnisse	Ziel dieser Lehrveranstaltung ist es, den Studierenden einen Überblick und eine Einführung in Finite-Elemente-Software zu geben. Die Studierenden: • besitzen ausreichende praktische und theoretische Kenntnisse für die Bedienung der Programme ANSYS und CALCULIX . • sind in der Lage, eigenständig kleinere 2D- und 3D-FE-Modelle zu erstellen. • sind fähig, lineare Struktur- und Wärmeleitungsprobleme zu lösen. • verstehen das Konzept des “Solid Modelling” und des Vernetzens. • kennen die wichtigsten Kommandos zur Erstellung von Eingabedateien. • wissen, wie Randbedingungen und Belastungsfälle definiert werden. • sind in der Lage, kleinere FE-Modelle zu überprüfen und Fehler zu analysieren. • können die Berechnungsergebnisse im Postprozessor kritisch bewerten. • können aus einer FE-Berechnung praktische Konstruktionsanweisungen ableiten. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): Die Studierenden: • lernen im Team eine Aufgabe zu bearbeiten und diese in Form eines Reports zu dokumentieren und zu präsentieren. • über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Englisch Voraussetzung für " Practical Introduction to FEM-Software II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Englisch Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...):

	• Practical Introduction to FEM-Software II
Literatur	• Skript • Online-Dokumentation, Benutzerhandbücher
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Practical Introduction to FEM-Software I (401166601)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Practical Introduction to FEM-Software I	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Einführung in die Medizin I, II (Wahlpflichtfach)
Kennung	9015711
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Zweisemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2007
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Einführung in die Medizin I: Zelle und Zellmembran: Aufbau und Bestandteile von Zellen und Zellmembranen. Transportprozesse und deren Parameter. Definition und Berechnung des Membranpotentials. Neurophysiologie: Funktionelle Bestandteile von Neuronen. Definition eines Aktionspotentials (AP) und Charakteristiken von APs. Charakteristika der axonalen Informationsweitergabe und -codierung. Arbeitsweise von Synapsen. Neuronale Verschaltungen. Anatomie: Bezugssystem „Mensch“. Knochentypen sowie Arten und Charakteristika von Gelenkformen, Gelenkhilfsstrukturen. Muskel: Arten von Muskeln. Makro- und mikroskopischer Aufbau eines Skelettmuskels. Elektromechanische Koppelung. Kraft-Längen-Diagramm des Skelettmuskels. Vergleich mit anderen Muskeltypen. Blutkreislauf: Parameter des Kreislaufs und der Blutgefäße. Verteilung des Blutflusses und der Blutvolumina. Blutdrücke und Grundlagen der Blutflussmechanik. Herz: Lage und Aufbau des Herzens: Querschnitt, Vorhöfe, Kammern, Ventile, Einbindung in Kreislauf. Arbeitsdiagramm: Drücke, Volumina, Klappenzustände. Besonderheiten des Herzmuskels. Schrittmacherzentren. Blut: Blutzellen und deren grundsätzlicher Aufbau und Funktionen. Blutwerte. Blutgruppensysteme. Blutstillung und Blutgerinnung. Atmung, Säure-Basen-Haushalt: Aufbau und Aufgaben der Lunge. Atemgasdiffusion. Lungenfunktionmessung. Wasserhaushalt, Niere: Aufbau und Aufgaben der Nieren. Konzentrationsmechanismus. Bestimmung der Nierenfunktion. Einführung in die Medizin II: Ernährung, Verdauung: Aufbau und Aufgaben des Verdauungssystems. Weg eines Nährstoffes während der Nahrungsaufnahme und des Verdauungsprozesses. Sinne: Definition von Sinnen. Mathematische Charakterisierung von Sinnesrezeptoren. Aufbau und Aufgaben der Haut, des Auges, des Innenohrs, der Zunge und der Nase. Schmerzempfindung. Medizinische Psychologie und Soziologie: Planung, Durchführung und Evaluation von Experimenten. Soziale Wahrnehmung. Lernprozesse. Beobachtung von Prozessen und Beobachtungsfehler. ZNS: Aufbau und Aufgaben von Gehirn und Rückenmark. Methoden zur Erforschung der Funktion. Einfache neuronale Schaltkreise. Schwangerschaft und Geburt: Genitalorgane, Eizelle und Spermatozoon, Befruchtung, Implantation, embryonales und fetales Wachstum, Aufbau und Funktion der Plazenta, Geburt, Gewöhnung an eine neue Umwelt Einführungsvorlesung "Präparationssaal" oder "Pathologie" und Führung (nach Verfügbarkeit): Kennenlernen der jeweiligen Einrichtung und deren Einbindung in die Gesundheitsversorgung. Vorführung ausgewählter Präparate.
Lernziele/Lernergebnisse	-
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	Skript zur Vorlesung, Skript zum Praktikum
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung, Teilnahmenachweis für das Praktikum. Die Modulnote ist die Note der Klausur bzw. der mündlichen Prüfung
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Dr. rer. medic. Marion Grande Modellierungsteamverantwortlicher: Vanessa Ziemons M. A. Modulverantworlicher: apl. Professor Dr.rer.nat. Dipl.-Ing. Martin Baumann MME
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündliche Prüfung Einführung in die Medizin I, II (901571101)	1. Semester	1. Semester	6	0
Übung/ Praktikum Einführung in die Medizin I (901571102)	1. Semester	1. Semester	0	1
Übung/ Praktikum Einführung in die Medizin II (901571103)	1. Semester	1. Semester	0	1

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in die Medizin II	1. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Einführung in die Medizin I	1. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Werkstoffmechanik (Wahlpflichtfach)
Kennung	3010906
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Diskussion des Materialverhaltens von Stahl anhand experimenteller Ergebnisse; Erarbeitung geeigneter Materialmodelle unter den Aspekten: Fließverhalten, Verfestigung, Anisotropie; Diskussion des Materialverhaltens von Stahlbeton anhand experimenteller Ergebnisse; Erarbeitung geeigneter Materialmodelle unter den Aspekten: Werkstoffheterogenität, Zug-Druck-Asymmetrie, Schwinden, Kriechen; Numerische Umsetzung im Rahmen der Finite-Elemente-Methode; Einbeziehung des Temperatureinflusses; Vergleich Experiment-Simulation, Parameteridentifikation; Praktikum zum Selberrechnen, Umgang mit kommerziellen Programmsystemen
Lernziele/Lernergebnisse	Verständnis der verschiedenen Materialverhaltensweisen von wichtigen Baustoffen; Kenntnis verschiedener dreidimensionaler Materialmodelle; Kenntnisse über die Einbindung der Materialmodellierung in die Finite-Elemente-Methode; Sicherheit in der Anwendung der Finite-Elemente-Methode; Kenntnis des typischen Ablaufs in der Werkstoffmechanik: experimentelle Beobachtung, Modellierung, Simulation, Parameteridentifikation
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Rösler, Harders, Bäker: Mechanisches Verhalten der Werkstoffe, Teubner; Lemaitre, Chaboche: Mechanics of Solid Materials, Cambridge University Press; Gross, Hauger, Wriggers: Technische Mechanik 4, Springer
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Benotete Klausurarbeit. Es gibt keine Voraussetzungen für die Teilnahme an der Klausurarbeit.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworliche: Universitätsprofessorin Dr.-Ing. Stefanie Reese
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	165,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausurarbeit (oder mündliche Prüfung) Werkstoffmechanik (301090601)	1. Semester	2. Semester	8	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Werkstoffmechanik	1. Semester	2. Semester	-	5

Modultitel	Anthropotechnik in der Robotik und zur Fahrzeug- und Prozessführung (Wahlpflichtfach)
Kennung	6010489
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 Einführung in Mensch-Maschine-Schnittstellen Ereignisorientierte Dialogsysteme Dynamische Systeme 2 Systemkomponente Mensch Informationsverarbeitung beim Menschen Verhaltensmodelle 3 Informationsaufnahme beim Menschen Visuelle, akustische und haptische Wahnehmung Das Vestibulärsystem 4 Informationsverarbeitung beim Menschen Neuronale Informationsverarbeitung Mentales Entscheidungsverhalten 5 Informationsausgabe beim Menschen Koordination der Willkürmotorik Manuelle Regelung 6 Ergonomische Bewertung von Mensch-Maschine-Schnittstellen Gestaltungsrichtlinien 7 Bewertungsverfahren für MMS Kriterienorientierte Evaluierung Prüfverfahren und Befragungen 8 Durchführung empirischer Untersuchungen Funktionsmodelle Versuchsplanung 9

	Statistische Versuchsauswertung Simulative Bewertung Aufbau von Mensch-Maschine-Modellen 10 Mensch-Maschine-Systemtechnik Zuverlässigkeit und Verlässlichkeit von MMS Zuverlässigkeit technischer Systemkomponenten 11 Menschliche Handlungszuverlässigkeit und Fehlerverhalten Probabilistische Sicherheitsanalysen Verlässlichkeit 12 Dynamische Systeme Manuell geregelte Systeme Benutzergerechte Automatisierung 13 Assistenzsysteme Assistenzfunktionen für Dialogsysteme Assistenzsystem für Dynamische Systeme
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: # Die Studierenden kennen die Grundbegriffe aus den Bereichen Anthropotechnik und Mensch-Maschine-Systeme und sind in der Lage Gestaltungsgrundsätze beim Design von Mensch-Maschine-Schnittstellen für Fahrzeug- und Prozessleitsysteme anzuwenden. # Die Studierenden haben die Funktionsweise der menschlichen Wahrnehmung verstanden. Ebenso kennen sie regelungstechnische Besonderheiten des Systems Mensch-Maschine und sind fähig, diese Erkenntnisse zur Analyse und Bewertung der Ergonomie von gegebenen Mensch-Maschine-Schnittstellen anzuwenden. # Die Studierenden kennen verschiedene Bewertungsverfahren und sind damit in der Lage Evaluationen von Mensch-Maschine-Systemen selbstständig zu planen und durchzuführen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): # Die Studierenden sind fähig komplexere Fragestellungen methodisch zu analysieren, zu bewerten und eigene innovative Ideen zur Optimierung herzuleiten. # Die Studierenden können abstrakte Konzepte kritisch hinterfragen und auf aktuelle Problemstellungen übertragen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Skript zur Vorlesung und Übung.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jürgen Roßmann
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Anthropotechnik in der Fahrzeug- und Prozessführung (601048901)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Anthropotechnik in der Fahrzeug- und Prozessführung	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Anthropotechnik in der Fahrzeug- und Prozessführung	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Computational Systems Biotechnology (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011673
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Einführung in die Begrifflichkeit der Systembiologie, Stöchiometriebasierte Modellierung in der Systembiologie: Begrifflichkeit, Strukturelle Modellierung biochemischer Netzwerke, Nullraum-Analyse, Elementarmoden, Flussbilanzanalyse, Netzwerk-Thermodynamik, metabolische Stoffflussanalyse. Anwendungen in Metabolic Engineering und Synthetischer Biologie
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Grober Überblick über Begrifflichkeit und Anwendungsgebiete der Systembiologie • Verständnis des Konzepts stöchiometriebasierter Methoden • praktische Durchführung wesentlicher Analysemethoden (Freiheitsgrad-Bestimmung, Flux Balance Analysis, Elementarmoden, Netzwerk-Thermodynamik) an einfachen Beispielen • Verständnis des Konzepts der metabolischen Stoffflussanalyse Nicht fachbezogene Lernziele: • integrierte Nutzung computergestützter Werkzeuge in der Systembiologie • Einblick in interdisziplinäre Projektarbeit
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Generell können fehlende Grundkenntnisse anhand von Lehrmaterialien in der Vorbereitungsphase nachgeholt werden. Mathematische Grundkenntnisse in Linearer Algebra auf dem Niveau der Grundvorlesung Computational Biotechnology im Studiengang Biotechnologie. MATLAB-Grundkenntnisse: Kommandozeile, Grundbefehle, Matrizen, einfache Skripte Biochemische Grundkenntnisse: Enzym- und Transportkinetik, Gleichgewichtsthermodynamik Grundkenntnisse über zentrale Stoffwechsel-Netzwerke: Glykolyse, Penthosephosphatweg, Zitronensäurezyklus, Anaplerosis, Oxidative Phosphorylierung, Aminosäuresynthesewe
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Generell können fehlende Grundkenntnisse anhand von Lehrmaterialien in der Vorbereitungsphase nachgeholt werden. • Mathematische Grundkenntnisse in Linearer Algebra auf dem Niveau der Grundvorlesung „Computational Biotechnology“ im Studiengang Biotechnologie. • MATLAB-Grundkenntnisse: Kommandozeile, Grundbefehle, Matrizen, einfache Skripte • Biochemische Grundkenntnisse: Enzym- und Transportkinetik, Gleichgewichtsthermodynamik • Grundkenntnisse über zentrale Stoffwechsel-Netzwerke: Glykolyse, Penthosephosphatweg, Zitronensäurezyklus, Anaplerosis, Oxidative Phosphorylierung, Aminosäuresynthese
Literatur	• Palsson B: Systems Biology: Properties of Reconstructed Networks: Cambridge University Press; 2006. • Weitere Literatur, Vorlesungsfolien, MATLAB-Programme werden zur Verfügung gestellt • Klipp E. et al.: Systems Biology - A textbook: Wiley 2009
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Korrekte Bearbeitung der Hausaufgaben, die zwischen den Einführungsvorlesungen und der Blockwoche zu bearbeiten sind (20%) • abschließende 30-minütige mündliche Einzelprüfung zum Stoff der Vorlesung (80%)

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang Wiechert
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündliche Prüfung Computational Systems Biotechnology (401167301)	2. Semester	1. Semester	7	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Computational Systems Biotechnology	2. Semester	1. Semester	-	5

Modultitel	Planung und Betrieb von Elektrizitätsversorgungssystemen (Wahlpflichtfach)
Kennung	6011236
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor
Inhalt	Das Modul bietet einen Einblick in Methoden der Netzplanung und des operativen Systembetriebs. Hierbei werden folgende Schwerpunkte behandelt: # Aufbau und Struktur der Elektrizitätsversorgung # Wirtschaftlichkeitsberechnung von Kraftwerken und elektrischen Netzen # Versorgungszuverlässigkeit # Engpassbehebung # Leistungs-Frequenzregelung # Spannungsblindleistungsoptimierung # Spannungshaltung in Verteilnetzen # Einführung in die Erdgasversorgung # Gasflussrechnung
Lernziele/Lernergebnisse	Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, Kosten von Komponenten der Energieversorgung durch Methoden der Annuitäts- und Kapitalwertrechnung zu ermitteln und die Zuverlässigkeit elektrischer Netze mittels Kombinationsverfahren und Abbildung von Markoff-Prozessen zu berechnen. Weiterhin sind die Studierenden in der Lage, netzbetriebliche Fragestellungen, wie Regelkonzepte für eine Leistungs-Frequenzregelung zu beantworten. Ebenso sind nach erfolgreicher Teilnahme die Studierenden in der Lage, die zielgerichtete Steuerung von Leistungsflüssen durch Eingriffe des Netzbetreibers sowie Analogien zwischen Strom- und Gasnetzen zu verstehen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	# Kenntnisse und Kompetenzen aus den Modulen Schaltungstechnik 1, Grundgebiete der Elektrotechnik 3 und 4
Literatur	# Happolt-Oeding, Elektrische Kraftwerke und Netze, Springer Verlag; # Cerbe, Grundlagen der Gastechnik, Hanser Verlag
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur (90 Minuten)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Albert Moser
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	90
Gesamtstunden (h)	120,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Planung und Betrieb von Elektrizitätsversorgungssystemen (601123601)	1. Semester	2. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung und Übung Planung und Betrieb von Elektrizitätsversorgungssystemen	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Hypersonic Flight: Computational Propulsion Design (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011676
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Inhalt der Vorlesung ist der Scramjet, ein luftatmendes Hyperschallantriebssystem für zukünftige Raumtransportsysteme. Die Fragestellungen des Scramjet-Antriebs liegen überwiegend im Bereich der Aerothermodynamik, wodurch der Scramjet ein interessantes Inhalt und anspruchsvolles Anwendungsgebiet für die Strömungssimulation ist. Anhand des Scramjet werden wichtige Unterpunkte der Simulation erarbeitet, wie z.B. die physikalische Modellierung, die Gittergenerierung, Lösungsansätze verschiedener Komplexitätsgrade, Randbedingungen, Validierung und Verifizierung der Ergebnisse etc.. Dabei steht das Gesamtdesign des Antriebsystems der numerischen Simulation als Leitkonzept voran: Fragen nach dem Wirkungsgrad einzelner Triebwerkskomponenten und den Einsatzberiech des Antriebs müssen mit Hilfe von Simulationstechniken beantwortet werden.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Verständnis der grundlegenden Funktionsweise eines Scramjetantriebs sowie der spezifischen Problematiken eines luftatmenden Hyperschallantriebsystems, praxisbezogene Anwendung verschiedener Simulations- und Auslegungswerkzeuge zur Erstellung eines Gesamtdesign eines Scramjetantriebs (z.Bsp. Charakteristikenverfahren für Einlauf und Düse, 1 D Verbrennungsmodell, 3D Strömungssimulationen etc.) Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: " Grundlagen in numerischen Methoden (z.B. durch die Vorlesung/Vorlesungsreihe Simulationstechnik für Machienenbauer bzw. CES), Grundlagen in Aerodynamik und Gasdynamik Empfohlene Voraussetzungen: " Programmiererfahrun
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • Grundlagen in numerischen Methoden (z.B. durch die Vorlesung/Vorlesungsreihe Simulationstechnik für Machienenbauer bzw. CES), Grundlagen in Aerodynamik und Gasdynamik Empfohlene Voraussetzungen: • Programmiererfahrung
Literatur	• E.T. Curran, S.N.B. Murthy, "Scramjet Propulsion", Progress in Astronautics and Aeronautics, Vol. 189, AIAA, 2001 • E.H. Hirschei, "Basics of Aerothermodynamics", Springer, 2005
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• 1 Mündliche Prüfung Die Endnote ergibt sich aus der Note der mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Marek Behr Ph. D. Dr.-Ing. Birgit Reinartz M. Sc.
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Hypersonic Flight: Computational Propulsion Design (401167601)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Hypersonic Flight: Computational Propulsion Design	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Biomechanikseminar (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010852
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	An den experimentellen Einrichtungen des Biomechaniklabors sollen Experimente entworfen und durchgeführt werden. Hierzu ist die Diskussion mit den wissenschaftlichen und technischen Mitarbeiter/innen des Instituts für Allgemeine Mechanik über den wissenschaftlichen Hintergrund erforderlich. Die Studierenden sollen in Laborübungen zur Lösung wissenschaftlicher Fragestellungen in der experimentellen Biomechanik angeleitet werden. Hierbei wird eine Betonung auf bildgebenden Verfahren liegen.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Messtechnik • Experimentelle Biomechanik • Kenntnisse über Hart- und Weichgewebestrukturen • Visualisierung mittels Mikro-CT Nicht fachbezogene Lernziele: • Projektarbeit • Gruppenarbeit
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundkenntnisse der Anatomie und Biologie
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundkenntnisse der Anatomie und Biologie
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Referat/Vortrag • Hausaufgaben Die Note ergibt sich aus dem Referat/Vortrag.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr.-Ing. Marcus Stoffel Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	1
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	30,0
Präsenzstunden (h)	15,0

Selbststudium (h)	15,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündliche Prüfung Biomechanikseminar (401085201)	2. Semester	1. Semester	1	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Biomechanikseminar	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	From Molecular to Continuum Physics II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012554
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• An Overview of Statistical Mechanics • Lattice Models • From Lattices to Molecules • Discrete interactions, statics, and modeling • Thermodynamics and averaging • Phase field modeling • Continuum mechanics • Kinematics • Balance laws and constitutive equations • Finite-element methods
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Have an introduction to basic atomistic, mesoscopic, and continuum methods. • The combination of this and the previous lecture should give a fair understanding of difficulties and concepts for solutions associated with multiscale problems of all sorts of materials science applications. Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc): Achieve abilities to rely on mathematical formulations rather than on standard intuitions when making quantitative predictions. Lernziele
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	recommended: " Module From Molecular to Continuum Physics I
(empfohlene) Voraussetzungen	recommended: • Module *From Molecular to Continuum Physics I*
Literatur	• Tadmor and Miller, "Modeling Materials." Cambridge University Press, New York • Miller, Tadmor, and Elliott, "Continuum Mechanics and Thermodynamics." Cambridge University Press, New York
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The final grade will be the grade of the final exam. The form of the exam depends on the semester (in summer semester, a written exam is planned; for the winter semester, an oral exam is planned because of the smaller number of registrants).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. Julia Kowalski
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung From Molecular to Continuum Physics II (401255401)	2. Semester	1. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung From Molecular to Continuum Physics II	2. Semester	1. Semester	-	3
Übung From Molecular to Continuum Physics II	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Internationales Patent-, Marken- und Geschmacksmusterrecht (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011554
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	In der Vorlesung werden neben wichtigen Internationalen Patentrechtlichen Regelungen im besonderen Maße der Schutz technischer Erfindungen, des industriellen Designs sowie von Kennzeichnungen für Waren oder Dienstleistungen (Marken) ausführlich dargestellt. Hierbei werden insbesondere auch strategische Aspekte für einen umfangreichen Produktschutz vorgestellt. Die Vorlesung ist daher vor allem für diejenigen von Vorteil, die eine leitende Position in einem Unternehmen anstreben, denn hier wird ein Verständnis der (insbesondere europäischen) Schutzmechanismen vermittelt, um dann die in diesem Umfeld erforderlichen Entscheidungen später leichter treffen zu können. In der Übung wird der Stoff der Vorlesung anhand von praxisnahen Fallgestaltungen in Vortrag und Diskussion aktualisiert und vertieft.
Lernziele/Lernergebnisse	fachbezogen • siehe Inhalt
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	empfohlen: " Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechts
(empfohlene) Voraussetzungen	empfohlen: • Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechts
Literatur	Skript zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung oder eine schriftliche Klausur. (je nach Teilnehmerzahl)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Internationales Patent-, Marken- und Geschmacksmusterrecht (401155401)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Internationales Patent-, Marken- und Geschmacksmusterrecht	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Internationales Patent-, Marken- und Geschmacksmusterrecht	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Softwareentwicklung in der Medizintechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011672
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Vermittelt werden die gesetzlichen Anforderungen an die Softwareentwicklung in der Medizintechnik, welche an praktischen Beispielen in den Übungen umgesetzt werden. Dabei werden alle Teile des Software-Lebenszyklus von der Anforderungsanalyse über das Software-Design bis hin zur Implementierung und Verifikation behandelt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in Methoden der Risikoanalyse und -Beherrschung.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: die Studierenden kennen im Bereich der Softwareentwicklung in der Medizintechnik - gängige Anwendungsfelder - mögliche Entwicklungsprozesse - aktuelle gesetzliche Anforderungen - Risiken, die von der Software und dem verwendeten Softwareentwicklungsprozess ausgehen können - Methoden zur Risikobewertung und zur Risikobeherrschung Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden besitzen ein Verständnis für die Risiken, die von dem Softwareentwicklungsprozess ausgehen und beherrschen Methoden, die Risiken zu analysieren und zu minimieren. Sie sind in der Lage, einen geeigneten Entwicklungsprozess für den gesamten Lebenszyklus der Software anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage, die Software zu entwerfen, in C++ zu implementieren und dabei Methoden der Risikoanalyse (FMEA/FTA) und des Qualitätsmanagements (u.a. SVN) anzuwenden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: Kenntnisse in Objektorientiertem Softwaredesign Empfohlene Voraussetzungen: Erfahrungen in einer objektorientierten Programmiersprache (JAVA, C/C++, C#,...)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Kentnisse in Objektorientiertem Softwaredesign Erfahrungen in einer objektorientierten Programmiersprache (JAVA, C/C++, C#,...)
Literatur	Folien zur Vorlesung und Übungsblätter Empfohlene weiterführende Literatur: Normen:IEC 62304 W. Niederlag, H.U. Lemke, G. Strauss, H. Feussner: Der digitale Operationssaal. 2.Auflage, De Gruyter Verlag 2014
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endote ergibt sich aus der Benotung der Projektarbeit (70%) und des Kolloquiums (30%).
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Dr.-Ing. Matías de la Fuente Klein
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung (Vortrag) Softwareentwicklung in der Medizintechnik (40116721)	1. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung (Praktikum) Softwareentwicklung in der Medizintechnik	1. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Softwareentwicklung in der Medizintechnik	1. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Plastizitätstheorie und Bruchmechanik (Wahlpflichtfach)
Kennung	3013295
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Plastizitätstheorie und Bruchmechanik: Diskussion des plastischen Verhaltens metallischer Werkstoffe im eindimensionalen Versuch; Mehraxialer Spannungs- und Verzerrungszustand, Hauptspannungen, Invarianten; Prinzipien der von Mises-Plastizitätstheorie: Fließbedingung, Evolutionsgleichungen, Kuhn-Tucker Bedingungen, Elasto- und Viskoplastizität, isotrope und kinematische Verfestigung; Numerische Behandlung der Evolutionsgleichungen anhand expliziter und impliziter Verfahren; Algorithmische Umsetzung des plastischen Stoffgesetzes im Rahmen der Finite-Elemente-Methode, Bemessungskriterien in der Bruchmechanik, Griffith-Theorie; Praktikum zum Selbstrechnen; Umgang mit kommerziellen FE-Programmen
Lernziele/Lernergebnisse	Plastizitätstheorie und Bruchmechanik: Verständnis des plastischen Verhaltens metallischer Baustoffe; Kenntnisse über die Formulierung eines plastischen Materialmodells; Verständnis der numerischen Umsetzung und Einbindung des plastischen Materialgesetzes in die Finite-Elemente-Methode; Sicherer Umgang in der Anwendung der Finite-Elemente-Methode; Kenntnis der Grundlagen der Bruchmechanik
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Zulassungsvoraussetzung zur Teilnahme an der Klausur: bestandenes Rechnerpraktikum
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Plastizitätstheorie und Bruchmechanik: Khan, Huang: Continuum Theory of Plasticity, Wiley, New York; Gross, Seelig: Bruchmechanik, Springer-Verlag;
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Benotete Klausurarbeit. Es gibt keine Voraussetzng für die Teilnahme an der Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworliche: Universitätsprofessorin Dr.-Ing. Stefanie Reese
ECTS Credits	10
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	300,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	225,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Plastizitätstheorie und Bruchmechanik (301329501)	2. Semester	1. Semester	10	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Plastizitätstheorie und Bruchmechanik	2. Semester	1. Semester	-	5

Modultitel	Computational Systems Biotechnology 2 (Wahlpflichtfach)
Kennung	4016359
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Lehrveranstaltung befasst sich mit der dynamischen Modellierung biochemischer Netzwerke mit möglichen Anwendungen in der Systembiologie, Enzymtechnologie und Bioprozesstechnik. Im Zentrum steht die generelle Problematik und Methodik der Modellierung komplexer biologischer Prozesse. Diverse Analysewerkzeuge wie Systemlinearisierung, Sensitivitätsanalyse, Kontrolltheorie oder Parameter-Bestimmtheitsanalyse werden in diesem Kontext vermittelt und an einfachen Beispielen praktisch geübt
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Struktur typischer biochemischer Netzwerke (Metabolismus, Genregulation, Signalkaskaden) • Beschreibung des dynamischen und stationären Verhaltens biochemischer Netzwerke • Ansätze zur approximativen Beschreibung der Kinetik und Thermodynamik biochemischer Reaktionen • Analyse des dynamischen Verhalten • Quasi-Steady-State-Approximationen und Modellvereinfachungsansätze • Sensitivitätsanalyse, Parameterschätzung und metabolische Kontrolltheorie • verfügbare Simulationswerkzeuge und systembiologische Standards • Problematik der Modellierung großer Netzwerke in der Praxis Fertigkeiten und Kompetenzen: • systematisches Aufstellen von Modellgleichungen für biochemische Netzwerke • Informationsbeschaffung zur Parametrierung von Modellen • Kenntnis bzw. Bedienung wesentlicher Simulationswerkzeuge für biochemische Netzwerke • Analyse des dynamischen Verhaltens eines Netzwerks mittels Simulation und Eigenwertanalyse • Verständnis und Anwendung von Quasi-Steady-State-Annahmen • Durchführung verschiedener Linearisierungsansätze (Systemlinearisierung, Parameter/ Startwertsensitivitäten) • Interpretation von Sensitivitäten, Kovarianzen und Kontrollkoeffizienten Sonstiges (fakultativ): • interdisziplinäres Arbeiten im Grenzbereich Ingenieurwissenschaften / Biologie
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: "mathematische Grundvorlesungen (Lineare Algebra, Analysis) "Grundkenntnisse der Biochemie (Enzyme) "MATLAB Grundkenntnisse "Fehlende Voraussetzungen zu biochemischen Reaktionsnetzwerken und Zellbiologie werden im Rahmen der Lehrveranstaltung über kurze Brückenkurse bzw. Material zum Eigenstudium nachgeholt. Darunter auch: "Grundlagen der Zellbiologie einzelliger Organismen (Bakterien, Hefen) "grundlegende Stoffwechselnetzwerke (Glykolyse, Zitratzyklus) "Grundmechanismen der Genregulation
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • mathematische Grundvorlesungen (Lineare Algebra, Analysis) • Grundkenntnisse der Biochemie (Enzyme) • MATLAB Grundkenntnisse

	Empfohlene Voraussetzungen: • Fehlende Voraussetzungen zu biochemischen Reaktionsnetzwerken und Zellbiologie werden im Rahmen der Lehrveranstaltung über kurze Brückenkurse bzw. Material zum Eigenstudium nachgeholt. Darunter auch: • Grundlagen der Zellbiologie einzelliger Organismen (Bakterien, Hefen) • grundlegende Stoffwechselnetzwerke (Glykolyse, Zitratzyklus) • Grundmechanismen der Genregulation
Literatur	Veranstaltungsliteratur: • Palsson B. Systems Biology: Simulation of Dynamic Network States. Cambridge University Press 2011 • Weitere Literatur, Vorlesungsfolien, MATLAB-Programme werden zur Verfügung gestellt Empfohlene weiterführende Literatur: • Heinrich R, Schuster S. The Regulation of Cellular Systems. Chapman & Hall 1996. • Szallasi Z, Stelling J, Periwal V. System Modeling in Cellular Biology. Bradford Books 2006. • Klipp E. et al. Systems Biology - A Textbook. Wiley 2009. • Kremling A. Systems Biology: Mathematical Modeling and Model Analysis. CRC Press 2013.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 20% aus der Bearbeitung der Hausaufgaben zwischen den Einführungsvorlesungen und der Blockwoche und zu 80% aus einer abschließenden mündliche Einzelprüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang Wiechert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computational Systems Biotechnology 2 (401635901)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Computational Systems Biotechnology 2	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Computational Systems Biotechnology 2	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of Oxygen and Carbon Dioxide (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010858
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Clean Coal Technologies in Power Sector, Carbon Capture and Storage (CCS) options and their potentials • Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC): Towards zero emission power plants • Industrial Entrained Flow Coal Gasifiers. Designs and principles of operation • IGCC Power Plants with CCS • Coal gasification with subsequent polygeneration. The CtX path • Oxycoal firing Power Plant, Design and principles of operation • Oxycoal firing plants with CCS • Simulation of coal combustion/gasification processes. Modelling approaches • Oxygen production. Air separation units (ASU) in Oxycoal and coal gasification plants. Cost of oxygen production and its impact on the overall process efficiency
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Oxycoal-Verbrennung: Grundlagen und Technik • Feststoffvergasung: Grundlagen und Technik • Simulationen von Feststoffvergasungsprozessen Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: " Wärme- und Stoffübertragung " Strömungsmechanik " Thermodynamik Empfohlene Voraussetzungen: " Technische Verbrennung " Wärmeüberträger und Dampferzeuger
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • Wärme- und Stoffübertragung • Strömungsmechanik • Thermodynamik Empfohlene Voraussetzungen: • Technische Verbrennung • Wärmeübertrager und Dampferzeuger
Literatur	• Handouts • Toporov, D. Combustion of Pulverised Coal in a Mixture of Oxygen and Recycled Flue Gas, Elsevier, 2014
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung. Die Endnote ergibt sich aus der Note der mündlichen Prüfung.

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr.-Ing. Dobrin D. Toporov Universitätsprofessor Dr.-Ing. Reinhold Kneer
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündliche Prüfung Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of Oxygen and Carbon Dioxide (401085801)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of Oxygen and Carbon Dioxide	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Modellprädiktive Regelung Energietechnischer Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017429
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 Einführung in die Modellbasierte Regelung von energietechnischen Systemen 2 Übersicht Modellbasierter Regelungskonzepte 3 Physikalische Modellbildung 4 Black-Box Modellierung 5 Grundlagen Optimierung 6 Lineare Modellprädiktive Regelung – Ohne Beschränkungen 7 Lineare Modellprädiktive Regelung – Mit Beschränkungen 8 Nichtlineare Modellprädiktive Regelung – Nichtlineare Programme 9 Nichtlineare Modellprädiktive Regelung – Diskretisierungsverfahren 10 Formulierung der Optimierungsproblems 11 Regelung von Verbrennungsmotoren 12 Regelung von Gasturbinen 13 Regelung von Brennstoffzellen
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Regelung von energietechnischen Systemen stellt sehr hohe Anforderungen an die verwendete regelungstechnische Methode sowohl auf Grund des stark nichtlinearen Systemverhaltens als auch der Notwendigkeit zur Berücksichtigung von inhärenten Totzeiten sowie Beschränkungen der Stell- und Ausgangsgrößen. Konventionelle Regelungskonzepte können die hohen Anforderungen an die Regelgüte, die zur Gewährleistung der strengen Vorschriften, z.B. hinsichtlich Emissionen, notwendig sind, nicht einhalten. Modellprädiktive Regelungen bieten dahingegen die Möglichkeit die Anforderungen systematisch berücksichtigen zu können und können eine hohe Regelgüte über den kompletten Betriebsbereich sicherstellen. Die Studierenden kennen die Limitierungen von konventionellen Regelungskonzepten sowie die Anwendungsgebiete für Modellprädiktive Regelungen. Zudem kennen die Studierenden: - die Grundlagen der linearen Modellprädiktiven Regelung, - die Grundlagen der nichtlinearen Modellprädiktiven Regelung, - die Einführung in die Regelung energietechnischer Systeme, - die Methoden zur Modellbildung komplexer Prozesse, - sowie die Methoden zur Reglerauslegung komplexer Prozesse. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden können komplexe, nichtlineare Prozesse mit hohen Anforderungen an die Regelung klassifizieren und analysieren. Darüber hinaus sind Sie in der Lage zu entscheiden, ob konventionelle

	Regelungsmethoden ausreichend sind oder ob der Einsatz der Modellprädiktiven Regelung Vorteile bietet. Außerdem können die Studierenden die Modellprädiktive Regelung implementieren. Hierzu gehört die Entwicklung maßgeschneiderter Optimierungsaufgaben für die jeweils betrachtete Anwendung, mit denen die regelungstechnischen Anforderungen abgebildet werden. Darüber hinaus sind Sie fähig, geeignete Optimierungsmethoden auszuwählen um eine Echtzeitimplementierung auch bei harten Anforderungen an die Echtzeitfähigkeit realisieren zu können. Für ausgewählte Prozesse können Studierende das Prozessverhalten beurteilen und sind in der Lage diese mit Hilfe von mathematischen Modellen zu beschreiben und zu analysieren. Aufbauend auf diesen Modellen können die Studierenden das passende Regelungskonzept auswählen. Die Studierenden sind in der Lage sowohl die Modellierung als auch die Regelung mit Hilfe von modernen Soft- und Hardware-Tools wie Matlab/Simulink umzusetzen. Sonstige: Die Studierenden können im Rahmen der Übung im Team Übungsaufgaben lösen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: - Regelungstechnik - Höhere Regelungstechnik oder Rapid Control Prototyping - Verbrennungskraftmaschinen I oder Verbrennungskraftmaschinen II - Technische Verbrennung
Literatur	Veranstaltungsliteratur: Vorlesungsfolien Empfohlene weiterführende Literatur: - Abel: Regelungstechnik (Umdruck zur Vorlesung) - Maciejowski: Predictive Control with Constraints - Pischinger: Verbrennungskraftmaschinen I + II
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dirk Abel
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Modellprädiktive Regelung Energietechnischer Systeme (401742901)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Modellprädiktive Regelung Energietechnischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	2
Modellprädiktive Regelung Energietechnischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Mechanics of Soft Engineering Materials: Rubbers, Textiles and Non-Crimp Fabrics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011569
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Chemical Structure and Composition of Elastomers: natural rubber, synthetic rubbers, rubber vulcanization • Mechanical Properties of Elastomers and their Phenomenological Models: non-linear stress-strain response, incompressibility or slight compressibility, experimental study and strength hypothesis, stress softening, Mullins effect, permanent set and induced anisotropy • Molecular-Statistical Basis of Rubber Elasticity: freely jointed chain model, freely rotating chain model, random walk theory, free energy of an ideal chain and affine network of ideal chains, finite extensibility of chains, Langevin model • Micro-Mechanics of Filled Elastomers: micro-mechanically based hyperelastic models, Mullins effect and permanent set, induced anisotropy and permanent set, hysteresis, strain induced crystallization • Mechanics of Textiles and Non-Crimp Fabrics: experimental characterization, draping properties, phenomenological models, modeling inelastic effect in textiles and non-crimp fabrics
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Understanding of chemical structure and composition of elastomers from the engineering point of view, their connection to mechanical properties, the role of fillers • Fundamentals of statistical mechanics in application to rubber networks • Experimental methods in application to rubber, textile composites and non-crimp fabrics • Learning how to model elastomers under large strains by taking into account their molecular structure • Learning how to model draping properties of textiles and non-crimp fabrics and how to predict their defects under large strains.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Required: - Recommended: • Continuum Mechanics • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I
Literatur	Lecture notes (script)
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The final mark is the mark of the oral exam.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	3

Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Mechanics of Soft Engineering Materials (401156901)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Mechanics of Soft Engineering Materials	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Additive Fertigungsverfahren 2 (Wahlpflichtfach)
Kennung	4020490
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1) Einführung: Motivation, Übersicht relevanter AM-Technologien 2) Produktentstehungsprozess (PEP) - Herkömmliche Ansätze: VDI2221, Lastenheft, Pflichtenheft, Projektplanung, Gantt-Chart 3) PEP - Neue Ansätze: Agile Produktentwicklung, SCRUM, Sprint, MVP, Design Thin-king 4) PEP - Agile Produktentwicklung: Grundlagen, Vorgehen, Rollen, Best Practice 5) Design for AM (DfAM): Restriktionen, Konstruktionsregeln, Stützstrukturen, Best Practice 6) DfAM-Methoden I: Geometrievariation (Modular vs. Integral, Methoden zur Funktionsintegration, Feature-Gestaltung), CAD-Software, Best Practice 7) DfAM-Methoden II: Topologieoptimierung (Grundlagen, sinnvolle Anwendungen, Vorgehen), CAD-Software, Best Practice 8) DfAM-Methoden III: Gitterstrukturen (Grundlagen, sinnvolle Anwendungen, Vorge-hen), CAD-Software, Best Practice 9) Business Case assessment I: Part Identification 10) Business Case assessment II: Reverse Engineering 11) Business Case assessment III: AM Costing, Kalkulationsmethoden Prozesskosten, Maschinensätze, Ressourcenorientiert) 12) Enterprise Environment I: PLM (Grundlagen, Costing, Projektmanagement), Work-flow und Änderungsmanagement 13) Enterprise Environment II: ERP
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studierenden haben Kenntnis über die wesentlichen Methoden im Produktentstehungsprozess (PEP) und sind in der Lage, herkömmliche und neue Ansätze des PEP auf additiv zu fertigende Bauteile anzuwenden • Die Studierenden kennen die wesentlichen AM-spezifischen Konstruktionsregeln, simulationsgetriebenen Designprozessketten sowie die hierfür notwendigen Software-Programme und können verschiedene Design-Methoden anwenden • Die Studierenden sind in der Lage, potentielle AM-Bauteile als Business cases zu identifizieren und über verschiedene Kalkulationsmethoden wirtschaftlich einzuordnen • Die Studierenden haben Kenntnis über die wesentlichen anagementmethoden zur Einbindung der AMTechnologie in PEP, Prouktion und Geschäftsprozesse. • Die Studierenden sind in der Lage, Lösungen zu vorgegebenen Fragestellungen selbstständig zu erarbeiten.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	empfohlene Voraussetzungen: Additive Fertigungsverfahren 1, Fertigungstechnik, Produktionssystematik, Konstruktionslehre
(empfohlene) Voraussetzungen	AM 1, Fertigungstechnik, Produktionssystematik, Konstruktionslehre
Literatur	Vorlesungsskript, Übungsaufgaben
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Note ergibt sich zu 100% aus der schriftlichen Klausur.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Johannes Schleifenbaum
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Additive Fertigungsverfahren 2 (402049001)	2. Semester	1. Semester	6	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Additive Fertigungsverfahren 2	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Additive Fertigungsverfahren 2	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Identification and Control of Mechatronic Systems (Wahlpflichtfach)
Kennung	6017144
Version	v1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Identifikation dynamischer Systeme: grafische Verfahren, Ermittlung aus Bode-Diagramm und Sprungantwort, Methode der kleinsten Quadrate, Anregungsfunktionen • Digitale Regelsysteme: Stabilität digitaler Systeme (Schur-Cohn-Jury- und Hurwitz-Kriterium), Kompensationsregler (Dead-Beat Controller) • Methoden der Fehlerdiagnose: Merkmalsextraktion, Signalbasierte Verfahren, Modell-basierte Verfahren (Parameterschätz-Verfahren und weighted Least Squares, Zustandsschätzverfahren, Parity-Space-Methode), Merkmalsklassifikation, Grundlagen der Klassifikation, Bayes-Klassifikator • Simulation mechatronischer Systeme: Simulation im Zustandsraum (Analogrechner), Verfahren zur digitalen Simulation (numerische Integrationsverfahren), Matrix-Exponentialverfahren, Zeitdiskrete Modellierung linearer Systeme • Adaptive Regelsysteme: Gain Scheduling, Self-tuning Regulators, Model-based Adaptive Control • Rapid Control Prototyping: Der V-Zyklus als Entwicklungsszenario, Hardware- und Software-in-the-loop, V-Zyklus für mechatronische Systeme
Lernziele/Lernergebnisse	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, • Methoden der experimentellen Modellierung dynamischer Systeme zu verstehen. • Kenntnisse über verschiedene Reglertypen abzurufen und auf unterschiedliche Prozesse anzuwenden. Zusätzlich erlernen die Studierenden die Fähigkeit, das CAE Tool Matlab/SIMULINK zur Lösung regelungstechnischer Probleme einzusetzen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Systemtheorie 1 und 2 (oder ähnlich umfassende Einführungsveranstaltung in Regelungstechnik), Es wird ausdrücklich empfohlen, vorher die Veranstaltung Mechatronische Systeme 1 belegt zu haben.
Literatur	• R. Isermann, 'Mechatronische Systeme', 2. Auflage, Springer Verlag, Heidelberg, 2008. • C.W. de Silva, 'Mechatronics - an integrated Approach', CRC Press, Boca Raton, FL, 2005. • R.H. Bishop (ed.), 'Mechatronics - an Introduction', CRC Press, Boca Raton, FL, 2006. • B. Heimann, W. Gerth und K. Popp, 'Mechatronik: Komponenten - Methoden - Beispiele', 3. Aufl., Carl Hanser Verlag, München, 2007. • R. Isermann, 'Digitale Regelsysteme 1 und 2', 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, 1988. • K. J. Aström and B. Wittenmark, 'Adaptive Control', 2nd ed., Dover Publications, Mineola, NY, USA, 2008. • O. Nelles, 'Nonlinear System Identification', Springer Verlag, Berlin, 1999. • L. Ljung, 'Systems Identification', Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1998. • R. Isermann (Hrsg.), 'Überwachung und Fehlerdiagnose - Moderne Methoden und ihre Anwendungen bei technischen Systemen', VDI Verlag, Düsseldorf, 1994. • VDI-RICHTLINIE 2206 'Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme', 2004.
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	schriftliche Prüfung (90min) oder mündliche Prüfung (30min)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. med. Dr.-Ing. Dr. h. c. (CTU Prag) Klaus Steffen Leonhardt

ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	90
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Identification and Control of Mechatronic Systems (601714401)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture and Exercise Identification and Control of Mechatronic Systems	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Modeling of Mechatronic Systems (Wahlpflichtfach)
Kennung	6017155
Version	v1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Einführung – was ist Mechatronik? Überblick, Motivation, Struktur • Grundlagen der Modellbildung • Systembegriff und Definition • Konstitutive Gleichungen: Erhaltungsgrößen in globalen Bilanzräumen, Zustandsgleichungen, Phänomenologische Gleichungen • Modellbildung mechanischer Systeme: Grundlagen der Mechanik (Kinematik, Kinetik/Dynamik), Newton'sche Gleichungen, Dynamische Modellierung von Maschinenelementen, Feder-Masse-Dämpfer-Systeme, Lagrange-Gleichungen 2. Art • Modellbildung elektrischer Systeme: Grundlagen der Elektrotechnik (Kirchhoff'sche Gleichungen komplex), Dynamische Modellierung von elektronischen Schaltungen, Dynamische Modellierung von Linearaktoren und Antrieben, Lagrange-Gleichungen 2. Art für elektrische und elektromechanische Systeme • Modellierung von thermischen Systemen: Bilanzierung der Energie, Modellierung eines Ausgleichsprozesses, Formale Klassifikation von partiellen Differentialgleichungen • Modellierung von fluidischen Systemen: Hydrostatik, Kontinuitätsgleichung, Hagen-Poiseuille # • Verallgemeinerte Vierpol-Theorie: Grundlage der Vierpoltheorie, Analogiebetrachtungen: mechanische / elektrische / chemische / fluidische / thermische Systeme, Generalisierte Ströme und Potentiale • Robotische Systeme: Einführung, Beschreibung einer seriellen kinematischen Kette, Dynamische Modellierung mit Hilfe der Lagrange-Gleichungen 2. Art
Lernziele/Lernergebnisse	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage • Methoden der theoretischen Modellierung dynamischer Systeme zu verstehen. • in Analogien zu denken und die grundlegenden Gemeinsamkeiten zwischen elektrischen, mechanischen, hydraulischen, pneumatischen, thermischen und medizinischen Systemen zu benennen. • Teilkomponenten integrierter mechatronischer Systeme einheitlich zu analysieren und zu beschreiben. Zusätzlich erlernen die Studierenden die Fähigkeit, das CAE Tool Matlab/SIMULINK zur Modellierung und Identifikation von Systemen einzusetzen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Systemtheorie 1 und 2 (oder ähnlich umfassende Einführungsveranstaltung in Regelungstechnik)
Literatur	• R. Isermann, „Mechatronische Systeme", 2. Auflage, Springer Verlag, Heidelberg, 2008. • C.W. de Silva, „Mechatronics – an integrated Approach", CRC Press, Boca Raton, FL, 2005. • R.H. Bishop (ed.), "Mechatronics – an Introduction", CRC Press, Boca Raton, FL, 2006. • B. Heimann, W. Gerth und K. Popp, „Mechatronik: Komponenten - Methoden – Beispiele", 3. Aufl., Carl
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	schriftliche Prüfung (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. med. Dr.-Ing. Dr. h. c. (CTU Prag) Klaus Steffen Leonhardt
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	90
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Modeling of Mechatronic Systems (601715501)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture and Exercise Modeling of Mechatronic Systems	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Simulationstechnik für Energiesysteme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4022638
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Lecture 1: Introduction and general concepts of modeling and simulation Lecture 2: State Space methods Lecture 3: State Space methods Lecture 4: Topological methods Lecture 5: Topological methods Lecture 6: Equation based (acasual) methods Lecture 7: Equation based (acasual) methods Lecture 8: Computer implementation of simulation solvers Lecture 9: Computer implementation of simulation solvers Lecture 10: Simulation parallelization Lecture 11: Simulation parallelization Lecture 12: Real-Time Simulation and Hardware-In-the-Loop
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and understanding: The course has two main goals. Introduce students to the use of modeling and simulation techniques to support design of energy systems. Provide students with the prerequisites to conduct research in the development of new simulation methods and solvers. Upon successful completion of the class: • The student will understand the advantage and limit of state space and nodal methods for the modeling of energy systems. • The student will understand how modeling and programming choices affect simulation execution time and accuracy. • The student will understand the role of numerical methods selection in the performance of a energy systems simulator • The student will familiarize with modern energy systems through the development of models of energy conversion devices and energy grids Skills and competences: • The student will be able to create and solve physics-based dynamic models of non-linear electrical or electromechanical systems. • The student will be able to evaluate how modeling and programming choices affect simulation execution time and accuracy. • The student will be able to create physics-based dynamic models in a reusable form by using object oriented programming languages. • The student will be able to select and implement appropriate computational methods for the simulation of energy systems

	• The student will be able to implement simulation software using serial and parallel execution methods. • The student will be able to select and use commercial simulation tools on the base of analysis and design requirements.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Basic knowledge of: • Object oriented programming • Parallel programming • Linear systems theory • Numerical linear algebra
Literatur	Material will be provided by the instructor Further recommended literature: F. Cellier, E. Kofman "Continuos Systems Simulation" Springer, ISBN 978-0-387-30260-7
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	-
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing Andrea Benigni
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Simulationstechnik für Energiesysteme (402263801)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Simulationstechnik für Energiesysteme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Übung Simulationstechnik für Energiesysteme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Finite-Elemente-Technologie (Wahlpflichtfach)
Kennung	3014576
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Wiederholung der Grundgleichungen der Mechanik (lineare Elastizitätstheorie); Diskussion der Leistungsfähigkeit verschiedener Finite-Elemente-Formulierungen unter den Aspekten numerische Effizienz und Genauigkeit; Erklärung der Begriffe Locking, Hourglass-Instabilität; Einführung verschiedener, in der Praxis genutzter Finite-Elemente-Technologien zur Verbesserung des Verhaltens der Standard-FEM: Reduzierte Integration mit Hourglass-Stabilisierung, Enhanced-Strain-Methode, B-Bar-Methode; Beispiele aus der Praxis: Strukturen aus Stahl und Stahlbeton; Praktikum zum Selberrechnen, Umgang mit kommerziellen Programmsystemen.
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnis der klassischen Finite-Elemente-Methode; Verständnis der dabei auftretenden Probleme; Kenntnis geeigneter Finite-Elemente-Technologien zur Verbesserung der numerischen Ergebnisse; Sicherheit in der Anwendung der Finite-Elemente-Methode; Sicherer Umgang mit kommerziellen Programmsystemen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Zienkiewicz, Taylor: The Finite Element Method, Butterworth & Heinemann; Belytschko, Liu, Morgan: Nonlinear Finite Element Analysis for Continua and Structures, John Wiley & Sons.
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Benotete Klausurarbeit. Es gibt keine Voraussetzungen für die Teilnahme an der Klausurarbeit.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanie Reese
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktikum Finite-Elemente-Technologie (301457602 2)	2. Semester	1. Semester	0	1
Klausurarbeit (oder mündliche Prüfung) Finite-Elemente-Technologie (301457601 2)	2. Semester	1. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Finite-Elemente-Technologie (2)	2. Semester	1. Semester	-	1
Übung Finite-Elemente-Technologie (2)	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Seminar: Learning-based Control (Wahlpflichtfach)
Kennung	4023501
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The use of machine learning and artificial intelligence has huge potential for building future engineering systems such as autonomous robots, vehicles, or smart infrastructure systems. However, important research challenges have to be overcome to have Al-systems operate in the real world such as the need for safety guarantees, data-efficient methods, and the combination of prior knowledge with data. Learning-based control is a recent and very active area of research that addresses these challenges and broadly denotes the intersection of the areas of automatic control and machine learning. This seminar will introduce you to this active area by studying recent research papers and topics including, for example, Gaussian processes for dynamics and control, (deep) reinforcement leaming, hybrid physics- and databased modeling, and verification for learning-based control. This is an interdisciplinary seminar offered in Mechanical Engineering and Computer Science.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: You will learn about topics of current research in the area af learning-based control. Fertigkeiten und Kompetenzen: You will gain hands-on experience on conducting literature research and scientific study of a current research topic in learning-based control Sonstiges (fakultativ): Participants will study independently and familiarize themselves with a chosen topic in the area of learning-based control (literature study). Each participant writes a paper and gives a presentation on their topic. Paper and topics will be shared and discussed within the seminar group.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Prior knowledge in automatic control or machine learning is recommended.
Literatur	Literature will be distributed after assignment of topics.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written homework (60%) and presentation (40%). Attendance in seminar is mandatory
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantwortlicher: ;Univ.-Prof. Dr. Sebastian Trimpe

ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar: Learning-based Control (402350101)	1. Semester	2. Semester	4	2

Modultitel	Sicherheitsforschung und Zukunftsforschung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4024158
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Das Forschungsfeld der Sicherheitsforschung gewinnt in vielerlei Hinsicht zunehmend an gesellschaftlicher Bedeutung. Obwohl moderne Gesellschaften in Zeiten höchster Sicherheit leben, steigt das individuelle Sicherheitsbedürfnis stetig weiter. Sicherheit kann einerseits als persönliches Gut jedes Menschen gesehen werden, das die Lebensqualität maßgeblich bestimmt. Andererseits spielt Sicherheit eine Schlüsselrolle in der politischen Stabilität und Rechtsstaatlichkeit eines Landes. Verschiedene Faktoren verdeutlichen die zunehmende Wichtigkeit der Sicherheitsforschung: • Konzentration der Bevölkerung in Ballungszentren • wachsende Vernetzung unterschiedlichster Lebensbereiche und –funktionen • Übergang zu einer global vernetzten Informations- und Dienstleistungsgesellschaft • höhere Verwundbarkeit durch Naturkatastrophen, Angriffe und Störungen vielfältiger Art Kernziel der Sicherheitsforschung ist es, die Sicherheit der Bürger*innen zu gewährleisten sowie die Fähigkeit zu entwickeln, Bedrohungen und Gefahren abzuwehren oder zu minimieren bzw. Krisen zu bewältigen. Dafür müssen zuverlässig funktionierende Infrastrukturen (z. B. Versorgungsketten, Verkehrswege, Kommunikations- und Bankensysteme) als Basis moderner Gesellschaften realisiert werden. Die Sicherheitsforschung zielt dabei darauf ab, Verwundbarkeiten rechtzeitig zu erkennen, zu analysieren und Vorschläge bzw. Technologien zur Minderung oder Vermeidung von Risiken zu entwickeln, ohne in Freiheitsrechte einzugreifen. Bei der Frage, mit welchen Technologien diese Fähigkeiten erreicht werden können, spielen die Ingenieurswissenschaften eine entscheidende Rolle. Da Ingenieur*innen maßgeblich an der Gestaltung neuer Technologien beteiligt sind ist es entscheidend, an der Schnittstelle zwischen Sicherheitsforschung und Ingenieurswissenschaften interdisziplinär zusammenzuarbeiten. Das Seminar hat das Ziel, Studierenden der Ingenieurwissenschaften in diesem Sinne die relevanten Grundlagen der Sicherheitsforschung zu vermitteln, um Ingenieur*innen auf entsprechende Aufgaben in der Praxis vorzubereiten. Im Rahmen der Veranstaltung werden zu Beginn die terminologischen Grundlagen sowie verschiedene Konzepte der Sicherheitsforschung erörtert. Auf dieser Grundlage werden Märkte für Sicherheitstechnologien diskutiert sowie die europäische und deutsche Sicherheitsforschung erläutert.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Das Seminar Sicherheitsforschung und Zukunftsforschung stellt eine thematische Ausgliederung der Vorlesung Methoden der Zukunftsforschung – Technologieanalysen dar. Inhalte, die in der Vorlesung nicht tiefergehend behandelt werden können, werden im Rahmen des Seminars aufgegriffen. Die Studierenden lernen grundlegende Fakten, Methoden und Theorien der Sicherheitsforschung (z. B. Kategorien von Gefährdungen, kritische Infrastrukturen, europäisches Sicherheitsforschungsprogramm, Global Risks Report) sowie ihre Terminologie (z. B. innere und äußere Sicherheit) kennen. Auf dieser Basis erlernen die Studierenden die Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Bereichen der Sicherheitsforschung (z. B. Abgrenzung Sicherheit – Risiko – Gefahr). In partizipativen Gruppenübungen wenden die Studierenden das erlernte Wissen an und lernen an praktischen Beispielen, wie Sachverhalte und Problemstellungen im Bereich der Sicherheitsforschung zu analysieren und bewerten sind. Fertigkeiten und Kompetenzen:

	• Einüben partizipativer Arbeitsweisen • Erlernen von Kreativitäts- und Workshoptechniken • Arbeiten in Arbeitsgruppen • Präsentation von Arbeitsergebnissen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Interesse an fachübergreifenden Fragestellungen • Fähigkeit zur Teamarbeit • Spaß an kreativem Denken
Literatur	-
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine Hausarbeit und ein Referat oder ein Referat oder eine Hausarbeit
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael Lauster
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	45,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Sicherheitsforschung und Zukunftsforschung (402415801)	2. Semester	1. Semester	2	2

Modultitel	Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017421
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1) Einführung: Motivation, Marktrelevanz, Übersicht relevanter Verfahren 2) Selective Laser Melting: Verfahrensprinzip, Entwicklung von Prozessstrategien, Qualitäts- und Kostenoptimierung, High Power SLM 3) Laser Metal Deposition: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele 4) Selective Laser Sintering & Stereolithographie: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele 5) Dünnschicht-Verfahren: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele 6) Werkstoffe & Prozesskontrolle: Materialklassen, Eigenschaften & Einsatzgebiete, Materialherstellung und Qualitätssicherung, Qualitätsaspekte in der Additiven Fertigung, Systemtechnik und Prozesssensorik, Steuerung & Regelung von Laserfertigungsprozessen 7) Design for Additive Manufacturing I: Agiles Projektmanagement in der Additiven Fertigung, Erweiterung der CAE Prozesskette, Software AM, AM gerechte Produktentwicklung 8) Design for Additive Manufacturing II: Simulationsgetriebene Designprozesse (Topologieoptimierung, Integration von Gitterstrukturen, Funktionsintegration) 9) Arbeitsvorbereitung I: Jobvorbereitung (Datenkontrolle und Aufbereitung, CAM (SLM vs. LMD), Teileplatzierung & Materialhandling, Arbeitssicherheit und Umwelt. 10) Arbeitsvorbereitung II: Simulation (Schmelzdynamik, Wärmetransport, Gefüge, Spannungen, Gasströmung und Düsenauslegung) 11) Folgeprozesse: Wärmenachbehandlung, Oberflächenfinishing, Hybridanwendungen, Automatisierungskonzepte. 12) Anwendungsfelder und Märkte: Heutige Anwendungsfelder & Erwartete Entwicklungen, Wirtschaftlichkeit, Ggfs. Rechtsfragen 13) Zusammenfassung und Future Trends: Schlüsseleigenschaften der AM- Technologie, Übersicht der physikalischen und digitalen Prozesskette, Ausblick
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: - Die Studierenden kennen die wesentlichen AM-Verfahren sowie deren grundlegenden Eigenschaften und Anwendungen. - Die Studierenden sind in der Lage die AM-Technologien gegenüber konventionellen Fertigungsverfahren abzugrenzen. - Die Studierenden haben Kenntnis über AM-spezifische Konstruktionsregeln sowie simulationsgetriebene Designprozesse. Zudem sind Ihnen die wesentlichen vor- und nachgelagerten Prozessschritte sowie die Wechselwirkungen entlang der digitalen und physischen Prozesskette bekannt.

	- Die Studierenden kennen die wesenllichen Einflussfaktoren auf die wirtschaftliche Anwendbarkeit der AM-Technologie. - Die Studierenden haben Kenntnis über angrenzende Themengebiete, welche mit den heutigen Anwendungsfeldern und den erwarteten Entwicklungen einhergehen. Fertigkeiten und Kompetenzen: - Die Studierenden sind in der Lage Lösungen zu vorgegebenen Fragestellungen selbstständig zu erarbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: - Kenntnisse der Fertigungstechnik - Kenntnisse der Wärme- und Stoffübertragung - Kenntnisse der Lasertechnik
Literatur	Vorlesungsskript, Übungsaufgaben
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Johannes Schleifenbaum
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse (401742101)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Data Driven Foresight - Quantitiative Methoden der Zukunftsforschung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4025605
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Quantitative und daten-getriebene Methoden, welche umfangreiche verfügbaren Datensätze für die Zukunftsforschung nutzbar machen, gewinnen in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung und werden mehr und mehr in der entsprechenden Community angewandt, diskutiert und weiterentwickelt. Diese Lehrveranstaltung wird in das aktuelle Forschungsthema Data Driven Foresight einführen und an den Stand der Forschung heranführen. Neben den Chancen, welche die Nutzung von Daten in diesem Kontext mit sich bringt, sollen auch die Herausforderungen und Grenzen dieses Ansatzes thematisiert werden. Nach einer kurzen Anbindung und Einordnung von Data Driven Foresight in das übergeordnete Thema Zukunftsforschung, werden zunächst die verschiedenen Methoden in diesem Bereich erörtert. Dazu zählen informetrische Ansätze aus dem Bereich der Bibliometrie bzw. Patentometrie, welche die statistische Analyse von Publikations- und Patentdaten für die Zukunftsforschung (speziell die Technologiefrühaufklärung) nutzbar machen. Zusätzlich wird erörtert, wie diese Ansätze für die wissenschaftliche Recherche genutzt werden können. Darauf aufbauend werden Verfahren aus dem Bereich Data Mining, Netzwerkanalysen und des maschinellen Lernens erörtert. Anschließend werden weitere methodische Ansätze aus dem Bereich des Text Minings und der Computerlinguistik erläutert. Außerdem wird erläutert und diskutiert, welche Ansätze existieren und genutzt werden können, um die Daten und Analyseergebnisse zu visualisieren. Die Methoden werden sowohl im Hinblick auf die theoretischen Grundlagen als auch im Hinblick auf die konkrete Anwendung in Projekte, sowie die Interpretation der Ergebnisse, dargestellt und diskutiert
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Im Rahmen der Vorlesung "Data Driven Foresight - Quantitiative Methoden der Zukunftsforschung" erlernen die Studierenden zunächst einen Überblick über die Methodenlandschaft im Bereich quantitativer, daten-getriebener Methoden der Zukunftsforschung. Dazu zählen Methoden aus den folgenden Teilbereichen: 1. Data Mining und Text Mining 2. Bibliometrie, Szientometrie und Patentometrie 3. Maschinelles Lernen 4. Visualisierungen Dabei wird Ihnen auch ein Verständnis vermittelt, wie diese methodischen Ansätze in den Gesamtkontext der Zukunftsforschung eingeordnet werden und in welchen Prozessphasen eines konkreten Foresight- und Innovationsprozesses sie angewandt werden können. Ferner lernen die Studierenden Ansätze der wissenschaftlichen Recherche und das Erschließen neuer (wissenschaftlicher) Themen kennen. Diese wenden Sie beispielhaft im Rahmen einer quantitativen Technologieanalyse zusammen mit einigen der erlernten Methoden aus dem Bereich der quantitativen Methoden der Zukunftsforschung auch an. Auf diese Weise soll erreicht werden, dass die Studierenden nicht nur Technologiethemen hinsichtlich ihres Potenzials bewerten können. Sie sollen damit auch in die Lage versetzt werden, die Einsatzmöglichkeiten, Herausforderungen und Grenzen daten-

	getriebener Methoden in der Zukunftsforschung sowie die Interpretation der Ergebnisse im Kontext der Zukunftsforschung bewerten zu können. Fertigkeiten und Kompetenzen: Aufbauend auf dem erlernten Methodenwissen, entwickeln die Studierenden folgende Fertigkeiten und Kompetenzen im Rahmen dieser Lehrveranstaltung: 1. Recherchekompetenzen: Die Studierenden erarbeiten sich weitgehende Kompetenzen im Bereich der wissenschaftlichen Literaturrecherche und der dazu notwendigen Fertigkeiten. Diese sind sowohl im Bereich der Zukunftsforschung von Bedeutung als auch im Bereich des wissenschaftlichen Arbeitens. 2. Visualisierungskompetenzen: Neben den Grundlagen für die Erstellung von guten Visualisierungen erwerben die Studierenden auch Kompetenzen, wie man geeignete Visualisierungsverfahren auswählt, welche Designaspekte zu beachten sind und wie Visualisierungen in den Gesamtkontext eines Projektes (das sogenannte Story Telling) integriert werden können. Dazu zählt auch die Kompetenz, die Ergebnisse adressatenadäquat zu präsentieren. 3. Die Kompetenz, Daten in einem komplexen Zusammenhang (hier Zukunftsforschung) einzuordnen, zu verstehen und zu interpretieren, stellt den zentralen Punkt dieser Lehrveranstaltung dar. Diese Kompetenzen werden im Rahmen eines kleinen Projektes angewandt werden, so dass Kompetenzen im Bereich der Projektarbeit vertieft werden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: - Interesse an fachübergreifenden Fragestellungen - Interesse an Daten, Visualisierungen, IT-Ansätzen und/oder Programmieren - Spaß an kreativem Denken und projektbezogener Arbeit - Vorlesung Methoden der Zukunftsforschung I&II
Literatur	[1] DUIN, Patrick van der (Hrsg.): Foresight in organizations : Methods and tools. New York NY : Routledge, 2016 (Routldedge Advances in Management and Business Studies) [2] EVERGREEN, Stephanie D. H.: Effective data visualization : The right chart for the right data. Los Angeles : SAGE, 2017 [3] GLÄNZEL, Wolfgang (Hrsg.); MOED, Henk F. (Hrsg.); SCHMOCH, Ulrich (Hrsg.); THELWALL, Mike (Hrsg.) Empfohlene weiterführende Literatur: Es werden während der Veranstaltung bzw. am Ende jedes Termins entsprechende Hinweise gegeben.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Benotung erfolgt durch eine Abschlusspräsentation.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. Michael Lauster
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Data Driven Foresight - Quantitiative Methoden der Zukunftsforschung	1. Semester	keine Semesterempfehlung	3	2

Modultitel	Sustainable Computational Engineering (Wahlpflichtfach)
Kennung	4026630
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Modellentwicklungszyklus (math. Modell, numerische Methode, Verifikation, Validierung) • Modellsystematik und -klassifikation • Python/Jupyter zur Organisation eines Modellierungsworkflows • Vermittlung eines Überblickes über gängige OA Simulationssoftware • Versionskontrolle und kollaborative Softwareentwicklung mit git • Continuous Integration • Container und Docker • Reproduzierbarkeit und Lifecyclemanagement von Simulationsresultaten • Softwarelizenzen • oFAIR Datenmanagement und Lifecycle Management von Daten • gängige Datenbank APIs und Echtzeitanbindung an Datenbanken • reproduzierbare Datenauswertung • Datenlizenzen
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden haben einen Überblick über Methoden der nachhaltigen Entwicklung computergestützter Methoden. Sie kennen die verschiedenen Phasen des Modellentwicklungszyklus‘ inklusive Modellformulierung, Implementation einer numerischen Lösungsstrategie, Verifikation und Validierung und können damit die Entwicklung eines neuen Simulationsmodelles konzeptionell planen. Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis, wie Instrumente der kollaborativen und nachhaltigen Softwareentwicklung angewendet werden können, z.B. git, CE, docker. Sie haben einen Überblick über gängige OA. Sie kennen oFAIR Paradigmen und können Daten entsprechend der Leitlinien organisieren. Sie können Daten- und Softwarelizenzen projektadäquat auswählen. Die Studierenden sind in der Lage einfache Modellierungs- und Datenauswerteworkflows in Jupyter/Python umzusetzen. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Übungen werden im Tandem, bzw. in Kleingruppen kollaborativ bearbeitet und finden im zweiwöchentlichen Turnus alternierend mit einer virtuellen Q&A Stunde statt. Implementatorische Arbeiten werden in Jupyter/Python bearbeitet.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlegende Kenntnisse über Simulationsmethoden, grundlegende Programmierkenntnisse, z.B. in Python
Literatur	Wird bei Start der Vorlesung zur Verfügung gestellt
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Schriftliche Ausarbeitung + Vortrag. Die Note ergibt sich zu 50% aus dem Vortrag und zu 50% aus der schriftlichen Ausarbeitung. Bonuspunkte aus den zweiwöchentlichen Hausaufgaben werden auf

	die Leistungen der schriftlichen Ausarbeitung angerechnet. Die Bonuspunkte machen bis zu 10% der schriftlichen Ausarbeitung aus. Auf die Vortragsnote wirken sie sich nicht aus.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. Julia Kowalski
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Sustainable Computational Engineering (402663001)	2. Semester	1. Semester	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Sustainable Computational Engineering	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Sustainable Computational Engineering	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Künstliche Organe I für Naturwissenschaftler und Ingenieure (Wahlpflichtfach)
Kennung	9026650
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Innerhalb der Vorlesung Künstliche Organe für Naturwissenschaftler und Ingenieure werden die Anatomie und Physiologie verschiedener Organsysteme erklärt und darauf aufbauend die grundlegenden Anforderungen und Auslegung der Künstlichen Organe als technischer Ersatz der nativen Organe gelehrt. In Künstliche Organe I werden Grundlagen im Bereich der Blutströmung und Hämokompatibilität gelegt sowie Medizinprodukte und Therapien zur Unterstützung und zum Ersatz vom Herzen (Stents, Endovaskuläre Prothesen, Herzklappenprothesen, Herzunterstützungspumpen und künstliche Herzen) behandelt. Neben den theoretischen Kenntnissen werden in Gastvorlesungen von klinischen Wissenschaftlern auch die praktische Anwendung der Produkte und Therapien im Klinikalltag gezeigt.
Lernziele/Lernergebnisse	Nach der Vorlesung Künstliche Organe I sind grundlegende anatomische Kenntnisse der Organsysteme Blut und Herz vorhanden. Darauf aufbauend sind die Anforderungen an technische Ersatzsysteme sowie Kenntnisse in der theoretischen und konstruktiven Auslegung solcher Systeme bekannt. Insbesondere wurden Einblicke in aktuelle Medizinprodukte und Forschungsrichtung der benannten Organsysteme gegeben.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisation: Dr. Marion Grande Modulverantwortliche: Prof. Dr. Ulrich Steinseifer, Dr. Sebastian Jansen
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	90
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Künstliche Organe I (902665001)	2. Semester	1. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Künstliche Organe I	2. Semester	1. Semester	-	2
Praktikum Künstliche Organe I	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Software in mobilen Antrieben (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011552
Version	V2_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	In der Vorlesung werden Studenten der Fachrichtung Maschinenbau in die Thematik Funktions- und Softwareentwicklung eingeführt, die für die moderne Antriebsstrangentwicklung unerlässlich, jedoch traditionell in anderen Fachbereichen (Naturwissenschaften, Informatik) beheimatet ist. Startend mit den Systemanforderungen moderner Antriebe werden die notwendigen Entwicklungsaktivitäten, Technologien und Methoden für die nachfolgenden Entwicklungsschritte (Spezifikation, Architekturentwicklung, Implementierung, Test, Abnahme) einzeln erläutert. In der Übung wird der Stoff der Vorlesung anhand von praxisnahen Fallgestaltungen in Vortrag und Diskussion sowie praktischen Anteilen (Erstellung einer Softwarefunktion mit Matlab/Simulink) aktualisiert und vertieft. Die Vorlesung richtet sich an insbesondere Ingenieurinnen und Ingenieure, die Einblick in moderne Antriebsentwicklung gewinnen möchten und sich gegebenenfalls beruflich die Richtung Funktions- und Softwareentwicklung orientieren möchten. Ziel der Vorlesung ist es, das notwendige Basiswissen zu vermitteln, das für die tägliche Arbeit im Beruf erforderlich ist.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: - Verständnis zur Einordnung von Software-Entwicklung in die Antriebsstrangentwicklung - Kenntnis der Software-Entwicklungsaktivitäten und ihrer Beziehungen zueinander - Kenntnis des Stands der Technik und zukünftiger Software-Trends und Herausforderungen - Praktische Erfahrungen zur teamorientierten Software-Entwicklung Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc): - Teamarbeit
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: - keine Empfohlene Voraussetzungen: - Bachelor Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen oder Computational Engineering Sciences
Literatur	Folien zur Vorlesung und Übung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Prüfung (Standard-Notenskala)
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Professor als Juniorprofessor Dr.-Ing. Jakob Andert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Software in mobilen Antrieben (401155201)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Software in mobilen Antrieben	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Vorlesung Software in mobilen Antrieben	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Computer simulation and machine learning for molecular medicine (Wahlpflichtfach)
Kennung	9028764
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2023
Gültig bis	-
Modulniveau	-
Inhalt	* Structure of biomolecules: Structural databases, Methods for structural determination * Molecular Dynamics (MD): Recall of statistical mechanics/Ergodic hypothesis, Periodic boundary conditions, Long-/short-range interactions, Force fields, Thermostat and barostat algorithms, Applications in biology and medicine (Biomolecular stability, Typical biomolecules' interactions, Dynamics, Hot-spots) *Drug Design: Docking, Hit-to-lead optimization * MD and Drug design: Ligand and protein flexibility, Effect of mutations, Free-energy and binding kinetics * Machine Learning (ML) in biomolecular simulations and drug design: ML potentials and collective variables, ML approaches for virtual screening
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and Understanding: * The students are familiar with structure and functions of biomolecules (proteins, DNA, RNA) * The students are conversant in biomolecular force-fields and molecular dynamics simulation * The students understand free energy methods, molecular docking, chemoinformatics for drug design and digital pharmacology * The students become acquainted with HPC-based applications in biophysics and molecular medicine * The students know machine-learning methods for molecular simulations Skills and Competencies: * The students learn to visualize and analyze the structural determinants of biomolecules by using computer graphics codes * The students learn to predict poses and affinities of drugs binding to their target proteins * The students exploit machine-learning approaches to describe pharmacologically relevant processes Others: Team working Presentation
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Recommended Prerequisites: Familiarity with Linux\Unix systems Python programming language Basics in Thermodynamics Basics in Statistical Mechanics Basics in Programming language
Literatur	Own lecture notes "Protein Physics" by Alexei Finkelstein, Oleg Ptitsyn "Computer Simulation of Liquids" by Michael. P. Allen, Dominic J. Tidesley

	"Molecular Modeling - Principles and Applications" by Andrew R. Leach "Deep Learning for Molecules and Materials" by Andrew D. White (https://dmol.pub/intro.html) "Introduction to Machine Learning with Python" by Andreas C. Müller, Sarah Guido
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	A written or an oral exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisation: Medizinische Fakultät Modulverantwortliche: Univ.-Prof. Dr. Giulia Rossetti
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computer simulation and machine learning for molecular medicine (902876401)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Computer simulation and machine learning for molecular medicine	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Computer simulation and machine learning for molecular medicine	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Grundlagen der Computergraphik (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212310
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2007
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Grundlagen der Geometriedarstellung (Polygonnetze, Volumendarstellungen, Freiform Kurven und Flächen), Lokale Beleuchtung (3D Transformationen, Clipping, Rasterisierung, Lighting, Shading), Globale Beleuchtung (Sichtbarkeitsproblem, Schattenberechnung, Ray Tracing, Radiosity), Grundlagen der Bildverarbeitung (Transformationen, Farbkodierung, Bildkompression), Volumen-Rendering.
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnis der wichtigsten Datenstrukturen zur Darstellung von dreidimensionalen Objekten und Szenenbeschreibungen. Fertigkeiten: Erlernen der elementaren Operationen und Methoden zur Transformation eines 3D Modells in ein realistisches zweidimensionales Bild (Rendering-Pipeline). Kompetenzen: Überblick über die zentralen Probleme und deren effiziente Lösungen im Bereich der Computer Grafik.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Kenntnisse über Algorithmen und Datenstrukturen sowie in Linearer Algebra
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundkenntnisse über Algorithmen und Datenstrukturen sowie Lineare Algebra.
Literatur	Tomas Akenine-Möller et al.: Real-Time Rendering (3rd Edition). Taylor & Francis, 2008 | Alan Watt: 3D Computer Graphics (3rd Edition). Addison-Wesley, 1993
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Leif Kobbelt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in die Computergraphik (121231002)	1. Semester	2. Semester	0	3
Prüfung Einführung in die Computergraphik (121231001)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in die Computergraphik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Computational Systems Biotechnology 2 (Wahlpflichtfach)
Kennung	4016359
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Lehrveranstaltung befasst sich mit der dynamischen Modellierung biochemischer Netzwerke mit möglichen Anwendungen in der Systembiologie, Enzymtechnologie und Bioprozesstechnik. Im Zentrum steht die generelle Problematik und Methodik der Modellierung komplexer biologischer Prozesse. Diverse Analysewerkzeuge wie Systemlinearisierung, Sensitivitätsanalyse, Kontrolltheorie oder Parameter-Bestimmtheitsanalyse werden in diesem Kontext vermittelt und an einfachen Beispielen praktisch geübt
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Struktur typischer biochemischer Netzwerke (Metabolismus, Genregulation, Signalkaskaden) • Beschreibung des dynamischen und stationären Verhaltens biochemischer Netzwerke • Ansätze zur approximativen Beschreibung der Kinetik und Thermodynamik biochemischer Reaktionen • Analyse des dynamischen Verhalten • Quasi-Steady-State-Approximationen und Modellvereinfachungsansätze • Sensitivitätsanalyse, Parameterschätzung und metabolische Kontrolltheorie • verfügbare Simulationswerkzeuge und systembiologische Standards • Problematik der Modellierung großer Netzwerke in der Praxis Fertigkeiten und Kompetenzen: • systematisches Aufstellen von Modellgleichungen für biochemische Netzwerke • Informationsbeschaffung zur Parametrierung von Modellen • Kenntnis bzw. Bedienung wesentlicher Simulationswerkzeuge für biochemische Netzwerke • Analyse des dynamischen Verhaltens eines Netzwerks mittels Simulation und Eigenwertanalyse • Verständnis und Anwendung von Quasi-Steady-State-Annahmen • Durchführung verschiedener Linearisierungsansätze (Systemlinearisierung, Parameter/ Startwertsensitivitäten) • Interpretation von Sensitivitäten, Kovarianzen und Kontrollkoeffizienten Sonstiges (fakultativ): • interdisziplinäres Arbeiten im Grenzbereich Ingenieurwissenschaften / Biologie
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: Generell können fehlende Grundkenntnisse anhand von Lehrmaterialien in der Vorbereitungsphase nachgeholt werden. " Mathematische Grundkenntnisse in Linearer Algebra auf dem Niveau der Grundvorlesung 'Computational Biotechnology' im Studiengang Biotechnologie. " MATLAB-Grundkenntnisse: Kommandozeile, Grundbefehle, Matrizen, einfache Skripte " Biochemische Grundkenntnisse: Enzym- und Transportkinetik, Gleichgewichtsthermodynamik " Grundkenntnisse über zentrale Stoffwechsel-Netzwerke: Glykolyse, Penthosephosphatweg, Zitronensäurezyklus, Anaplerosis, Oxidative Phosphorylierung, Aminosäuresynthesewe
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • mathematische Grundvorlesungen (Lineare Algebra, Analysis) • Grundkenntnisse der Biochemie (Enzyme) • MATLAB Grundkenntnisse

	Empfohlene Voraussetzungen: • Fehlende Voraussetzungen zu biochemischen Reaktionsnetzwerken und Zellbiologie werden im Rahmen der Lehrveranstaltung über kurze Brückenkurse bzw. Material zum Eigenstudium nachgeholt. Darunter auch: • Grundlagen der Zellbiologie einzelliger Organismen (Bakterien, Hefen) • grundlegende Stoffwechselnetzwerke (Glykolyse, Zitratzyklus) • Grundmechanismen der Genregulation
Literatur	Veranstaltungsliteratur: • Palsson B. Systems Biology: Simulation of Dynamic Network States. Cambridge University Press 2011 • Weitere Literatur, Vorlesungsfolien, MATLAB-Programme werden zur Verfügung gestellt Empfohlene weiterführende Literatur: • Heinrich R, Schuster S. The Regulation of Cellular Systems. Chapman & Hall 1996. • Szallasi Z, Stelling J, Periwal V. System Modeling in Cellular Biology. Bradford Books 2006. • Klipp E. et al. Systems Biology - A Textbook. Wiley 2009. • Kremling A. Systems Biology: Mathematical Modeling and Model Analysis. CRC Press 2013.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 20% aus der Bearbeitung der Hausaufgaben zwischen den Einführungsvorlesungen und der Blockwoche und zu 80% aus einer abschließenden mündliche Einzelprüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang Wiechert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computational Systems Biotechnology 2 (401635901)	1. Semester	2. Semester	7	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Computational Systems Biotechnology 2	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Computational Systems Biotechnology 2	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Physikalisch-Basierte Animation (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215862
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Grundlagen der physikalisch-basierten Animation, Partikelsysteme, Starrkörper, Simulation deformierbarer Festkörper mit diskreten und kontinuierlichen Modellen, Simulation von Fluiden, Kollisionserkennung und -behandlung
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse: Bei erfolgreichem Abschluss des Moduls sollten die Studierenden über folgende Kenntnisse verfügen: Verständnis aktueller Simulationsverfahren für Starrkörper, deformierbare Körper und Fluide, Erfahrung mit Echtzeitsimulation in der Computergraphik, Algorithmen zur Kollisionserkennung | Fertigkeiten: Studierende sollten in der Lage sein die erlernten Techniken selbstständig zu implementieren | Kompetenzen: Basierend auf dem erlernten Wissen und den entwickelten Fähigkeiten sollten Studierende in der Lage sein, Problemstellungen im Bereich der physikalisch-basierten Animation zu analysieren, passende Verfahren zur Lösung eines Problems auszuwählen und anzuwenden, Simulationsverfahren zu bewerten, die erlernten Verfahren durch eigene Ideen zu erweitern
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundlegende Kenntnisse von Numerik, Algorithmen und Datenstrukturen, Computergraphik.
Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Jan Stephen Bender
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Physikalisch-Basierte Animation (121586202)	1. Semester	2. Semester	0	1
Prüfung Physikalisch-Basierte Animation (121586201)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Physikalisch-Basierte Animation	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Globale Beleuchtung und Image-based Rendering (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211905
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Global Illumination: • Rendering equation • Radiosity techniques • Monte-Carlo- und Metropolis-techniques • Photon mapping Image-Based Rendering: • Lightfields and their generation • Rendering and compression • The Lumigraph
Lernziele/Lernergebnisse	**Knowledge** Vermittlung von • Verständnis des physikalisches Modells des Lichttransportes in einer dreidimensionalen Szene • Kenntnis der wichtigsten Verfahren zur Simulation physikalisch korrekter Beleuchtung • Erlernen der wichtigsten bildbasierten Beleuchtungs- und Renderverfahren **Skills** Die Studenten sollten in der Lage sein • Verschiedene Verfahren zur Beleuchtungssimulation zu implementieren • Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren für unterschiedliche Anwendungen zu erörtern Kompetenzen: **Competences** Basierend auf dem vermittelten Wissen und Fähigkeiten soll es den Studenten möglich sein • einen Vergleich zwischen Verfahren der Beleuchtungsberechnung hinsichtlich verschiedener Aspekte zu ziehen • eine Bewertung der Realisierbarkeit von Verfahren in bestimmten Anwendungen vorzunehmen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	• Analysis • Linear Algebra • Basic Techniques in Computer Graphics Students must pass the exercises to be admitted to the examination. Details will be provided in the lecture.
Literatur	• Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics: Principles and Practice, Section 16.11 - 16.13 • Philip Dutre, Kavita Bala, Philippe Bekaert: Advanced Global Illumination • Henrik W. Jensen: Realistic Image Synthesis Using Photon Mapping • P. Debevec et al.: Image-Based Modeling, Rendering, and Lighting, SIGGRAPH 99 Course Notes

Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The grading results from 100% of the final exam of this module. The exam can be a written or an oral exam. The final form of the examination is announced at the beginning of the lecture. If it is intended that homework will count for the examination grade, the respective paragraphs of the examination regulations have to be followed. The exam is done at the end of the lecture period.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Leif Kobbelt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Globale Beleuchtung und Image-based Rendering (121190502)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Globale Beleuchtung und Image-based Rendering (121190501)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Globale Beleuchtung und Image-based Rendering	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Geometrieverarbeitung (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215696
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Methoden zur Erzeugung von Polygonnetzen (Laserscanning, Registrierung und Integration einzelner Netzteile, etc.), Optimierung von Polygonnetzen (Glättung, Remeshing, Dezimierung, Refinement), Hierarchische Darstellungsformen (coarse-to-fine und fine-to-coarse Hierarchien), Ansätze zur 3D Modellierung mit Netzen, Parametrisierung und Texturierung, Effiziente Datenstrukturen und Netzkompression.
Lernziele/Lernergebnisse	Bei erfolgreichem Abschluss des Moduls sollten die Studierenden über folgende Kenntnisse verfügen: Techniken zur Erzeugung von hoch-detaillierten dreidimensionalen Modellen von realen Objekten, aktuelle Algorithmen zur Optimierung, Modellierung und Parametrisierung von Geometriedaten mit einem Schwerpunkt auf polygonalen Netzen. Studierende sollen die Fähigkeit erhalten, die erlernten Techniken selbstständig zu implementieren. Basierend auf dem erlernten Wissen und den entwickelten Fähigkeiten sollten Studierende in der Lage sein, Problemstellungen im Bereich der Geometrieverarbeitung zu analysieren, adäquate Algorithmen zur Lösung dieser Probleme auszuwählen und anzuwenden, Stärken und Schwächen der erlernten Algorithmen zu identifizieren sowie Ideen zur Erweiterung und/oder Verbesserung der erlernten Algorithmen zu entwickeln.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse der Vorlesung „Grundlagen der Computergrafik“, sowie Grundkenntnisse über Algorithmen und Datenstrukturen sowie Lineare Algebra.
Literatur	Botsch, Kobbelt, Pauly, Alliez, Levy: Polygon Mesh Processing
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Leif Kobbelt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Geometrieverarbeitung (121569602)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Geometrieverarbeitung (121569601)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Geometrieverarbeitung	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Grafikprogrammierung in OpenGL (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212686
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Standard OpenGL: - Geometrie-Repräsentationen - Transformationen - Farben, Texturing - Beleuchtung - Effiziente Datenstrukturen - OpenGL-Buffer - Interaktion • Weiterführende Techniken wie komplexere Beleuchtungsmodelle, Schatten, Performance, Special Effects • OpenGL Extensions • GLSlang • GPGPU: Die GPU als genereller Parallelprozessor
Lernziele/Lernergebnisse	• Praktische Einführung in die 3D-Grafikprogrammierung • Fundierte OpenGL-Kenntnisse • Weiterführender Aspekte wie z.B. Performance-Tuning, Shaderprogrammierung, GPGPU
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse in C++ und zu Grundlagen der Compugergrafik.
Literatur	• M. Woo, J. Neider, T. Davis, and D. Shreiner: OpenGL Programming Guide, 4th Edition, 2003, Addison-Wesley Professional • Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics: Principles and Practice, 1995, Addison-Wesley Professional • Nehe OpenGL Tutorials, http://nehe.gamedev.net/
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Leif Kobbelt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0

Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grafikprogrammierung in OpenGL (121268602)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung Grafikprogrammierung in OpenGL (121268601)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Grafikprogrammierung in OpenGL	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Computer Vision (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215724
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Grundlagen der Bilderzeugung, lineare Filter, Bildsegmentierung, Objekterkennung, Objektkategorisierung, 3D Rekonstruktion, Anwendung aktueller Methoden des maschinellen Lernens für die oben beschriebenen Themen
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse: Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen haben die Vorlesungsteilnehmer Kenntnisse und Fähigkeiten in den Themenfeldern, die unter Inhalt beschrieben werden, erworben. | Fertigkeiten: Vorlesungsteilnehmer können Methoden und Techniken, die es einer Maschine ermöglichen, Bilder und Videos zu analysieren und ihren Inhalt zu verstehen herleiten und erklären. Sie kennen die aktuellen Forschungstrends und -entwicklungen. Dadurch sind sie in der Lage, die grundlegenden Computer Vision Techniken, die für diese Fähigkeiten benötigt werden, auszuwählen. | Kompetenzen: Vorlesungsteilnehmer sind in der Lage, die behandelten Methoden selbstständig auf reale Probleme anzuwenden. Sie sind in der Lage, die vorgestellten Algorithmen selbst zu implementieren und diese in einer Programmiersprache ihrer Wahl umzusetzen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Kenntnisse in Linearer Algebra, Grundlegende Kenntnisse aus Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Übungsaufgaben. Details werden in der Vorlesung bekanntgegeben.
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundlegende Kenntnisse in Linearer Algebra, Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik.
Literatur	R. Szeliski, Computer Vision - Algorithms and Applications, Springer, 2010 | K. Grauman, B. Leibe, Visual Object Recognition, Morgan & Kaufman publishers, 2011 | I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning, 2016 | R. Hartley, A. Zisserman. Multiple View Geometry in Computer Vision, 2nd Edition, Cambridge University Press, 2004.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. sc. techn. Bastian Leibe
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0

Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Computer Vision (121572402)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	1
Prüfung Computer Vision (121572401)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Computer Vision	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Physikalische Simulation im Visual Computing (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212692
Version	V3
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Mehrkörpersysteme, Deformierbare Festkörper, Finite-Elemente-Methoden, Volumenerhaltung, Simulation inkompressibler Fluide mit Lagrangeschen Ansätzen, Viskosität, Oberflächenspannung
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse: Bei erfolgreichem Abschluss des Moduls sollten die Studierenden über folgende Kenntnisse verfügen: Verständnis fortgeschrittener Techniken für die Simulation von Mehrkörpersystemen, deformierbarer Festkörper und Fluide, Erfahrung mit der Simulation komplexer physikalischer Verhaltensweisen unterschiedlicher Materialien, Verständnis von Methoden zur Kollisionsbehandlung | Fertigkeiten: Studierende sollten in der Lage sein, die erlernten Techniken selbstständig zu implementieren | Kompetenzen: Basierend auf dem erlernten Wissen und den entwickelten Fähigkeiten sollten Studierende in der Lage sein, Problemstellungen im Bereich der physikalisch-basierten Simulation zu analysieren, passende Verfahren zur Lösung eines Problems auszuwählen und anzuwenden, Simulationsverfahren zu bewerten, die erlernten Verfahren durch eigene Ideen zu erweitern
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine.
Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	-
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Physikalische Simulation im Visual Computing (121269202)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	0	1
Prüfung Physikalische Simulation im Visual Computing (121269201)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Physikalische Simulation im Visual Computing	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Einführung in die Technische Informatik (Wahlpflichtfach)
Kennung	1214958
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Auffrischung Physik-Grundwissen (Ladung, Feld, Potenzial, Spannung, Strom, Widerstand, Ohmsches Gesetz, Spannungsteiler, Kirchhoffsche Regeln, Kapazität, Kondensator, Ladekurve, RCTiefpass, Induktivität, RLC-Schwingkreis) • Halbleiter-Bauelemente (pn-Übergang, Diode, Kennlinie, Anwendungen: Gleichrichter, UND/ODER-Schaltungen, Bipolartransistor, Kennlinie, physikalische Erklärung (npn, pnp), Anwendungen: Schalter, Flipflop) • Programmierbare Logik (FPGA) • Hardwareentwurf (Einführung in Schematics und VHDL, Synthese eines einfachen Schaltwerkes (z.B. Automat oder ALU) in VHDL) • Analoge Schaltungen (Motivation: Anbindung des Rechners an seine Umgebung; Operationsverstärker, Grundschaltungen: Komparator, Schmitt-Trigger, Analogrechner, Analog-Digital- und Digital-Analogwandlung mit Operationsverstärkern) • Mikrocontroller (Architektur, Interrupts, Programmierung, Anwendungen) • Schaltfunktionen und ihre Repräsentation • Spezifische Schaltnetze und ihre Verbesserung • Schaltnetzwerke • Rechnerarithmetik • Von-Neumann-Architektur, CISC/RISC
Lernziele/Lernergebnisse	**Kenntnisse:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende • die physikalischen Prinzipien, die der Funktionsweise von elektronischen Rechnern zugrunde liegen • die wichtigsten Technologien und Konzepte, die beim Entwurf und der Analyse von rechnergestützten Systemen benötigt werden • den Aufbau und die Funktionsweise von Digitalrechnern und ihrer Teile, sowie die mathematischen Hilfsmittel für ihre Beschreibung und ihren Entwurf. • (Kenntnisse zur Durchführung des Praktikums Systemprogrammierung.) **Fähigkeiten:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden • elektronische Bauelemente verwenden • Grundschaltungen umsetzen • Grundfähigkeiten im Hardwareentwurf anwenden **Kompetenzen:** Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage, • kompetent mit Ingenieuren zu kommunizieren
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine.
Literatur	s. Veranstaltung im CAMPUS

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Stefan KowalewskiUniversitätsprofessor Gerhard Lakemeyer Ph. D.
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	150,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in die Technische Informatik (121495802)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung Einführung in die Technische Informatik (121495801)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in die Technische Informatik	1. Semester	2. Semester	-	4
Globalübung Einführung in die Technische Informatik	1. Semester	2. Semester	-	-

Modultitel	Datenbanken und Informationssysteme (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211969
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Aufgaben und Bedeutung von Informationssystemen • Relationale Datenbankmodelle • Relationale Anfragesprachen und ihre formalen Grundlagen • Entwurf relationaler Datenbanken (konzeptuelle Modellierung, Normalisierungstheorie) • Grundelemente relationaler Datenbankimplementierung (Architekturen, Anfrageverarbeitung, Transaktionsmanagement) • Überblick neuere Datenmodelle: - objektorientierte / objektrelationale Datenbanken - Internet-Informationssysteme/ XML - Betriebliche Informationsmodellierung und ERP • Praktische Übungen im Datenbanklabor: SQL-Day, XML-Day, ERP-Day
Lernziele/Lernergebnisse	**Kenntnisse:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende • den Entwurf betrieblicher Informationssysteme, • die Rolle von Datenbanken und Informationssystemen, • das relationale Datenbankmodell, insbesondere die relationalen Anfragesprachen (SQL) und ihre formalen Grundlagen, • die Vorgehensweise beim relationalen Datenbankentwurf, insbesondere die konzeptuelle Modellierung und Normalisierungstheorie, • Grundprobleme und Ansätze der Datenbankimplementierung und Datenbankadministration (Architektur, Anfrageauswertung, Transaktionsmanagement), • Grundprobleme und Ansätze der Datenbankimplementierung und Datenbankadministration (Architektur, Anfrageauswertung, Transaktionsmanagement), • semi-strukturierte Datenmodelle sowie • Grundlagen des Data Engineerings. **Fähigkeiten:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende • Anfragen an relationale Datenbanken entwickeln (SQL), • relationale Datenbanken systematisch entwerfen, insbesondere deren konzeptuelle Modellierung, die Übersetzung in ein Datenbankschema sowie deren Normalisierung durchführen, • Datenbanken implementieren und administrieren (Architektur, Anfrageauswertung, Transaktionsmanagement), • betrieblicher Informationssysteme entwerfen sowie • Prinzipien des Data Engineering anwenden. **Kompetenzen:** Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage • für gegebene Problemstellungen betriebliche Informationssyteme auf der Basis relationaler Datenbanktechnologie zu entwerfen und zu implementieren, • ein konzeptuelles Modell einer Domäne zu erstellen, dieses in ein Datenbankschema zu überführen und das Datenbankschema dann in einer Datenbank zu realisieren, • basierend auf dem Datenbankschema Daten abzulegen und in SQL anzufragen, • alternative Datenmodelle wie XML und RDF zu verwenden und diese anzufragen sowie • mit Werkzeugen des Data Engineering umzugehen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Datenstrukturen und Algorithmen und Grundlagen der Logik

	Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Übungsaufgaben. Details werden in der Vorlesung bekanntgegeben.
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundlegende Kenntnisse zu Datenstrukturen, Algorithmen und Grundlagen der Logik.
Literatur	- Folien zur Vorlesung - Standardbücher: • Elmasri R., Navathe S.B., Fundamentals of Database Systems Benjamin-Cummings • Kemper, A., Eicker, A.: Datenbanksysteme – eine Einführung. Oldenbourg. Seite 10 • Vossen G., Datenmodelle, Datenbanksprachen und Datenbank-Managementsysteme, Addison-Wesley
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. pol. Stefan Decker & Universitätsprofessor Dr. rer. pol. Matthias Jarke
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Datenbanken und Informationssysteme (121196902)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Datenbanken und Informationssysteme (121196901)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Datenbanken und Informationssysteme (2)	2. Semester	1. Semester	-	3
Globalübung Datenbanken und Informationssysteme (2)	2. Semester	1. Semester	-	-

Modultitel	Seminar: Learning-based Control (Wahlpflichtfach)
Kennung	4023501
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The use of machine learning and artificial intelligence has huge potential for building future engineering systems such as autonomous robots, vehicles, or smart infrastructure systems. However, important research challenges have to be overcome to have Al-systems operate in the real world such as the need for safety guarantees, data-efficient methods, and the combination of prior knowledge with data. Learning-based control is a recent and very active area of research that addresses these challenges and broadly denotes the intersection of the areas of automatic control and machine learning. This seminar will introduce you to this active area by studying recent research papers and topics including, for example, Gaussian processes for dynamics and control, (deep) reinforcement leaming, hybrid physics- and databased modeling, and verification for learning-based control. This is an interdisciplinary seminar offered in Mechanical Engineering and Computer Science.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: You will learn about topics of current research in the area af learning-based control. Fertigkeiten und Kompetenzen: You will gain hands-on experience on conducting literature research and scientific study of a current research topic in learning-based control Sonstiges (fakultativ): Participants will study independently and familiarize themselves with a chosen topic in the area of learning-based control (literature study). Each participant writes a paper and gives a presentation on their topic. Paper and topics will be shared and discussed within the seminar group.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Prior knowledge in automatic control or machine learning is recommended.
Literatur	Literature will be distributed after assignment of topics.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written homework (60%) and presentation (40%). Attendance in seminar is mandatory
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantwortlicher: ;Univ.-Prof. Dr. Sebastian Trimpe

ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar: Learning-based Control (402350101)	1. Semester	2. Semester	4	2

Modultitel	Angewandte Softwaretechnik im Lebenszyklus der Automobilelektronik (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215757
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Aufbau einer modernen Automobilelektronikarchitektur: Bussysteme, Steuergeräte, Software • Der Lebenszyklus einer Automobilelektronik • Vorgehen bei der Elektronikentwicklung • Kommunikation mit der Fahrzeugelektronik: Beispiel einer datengetriebenen Schichtenarchitektur - Einsatz internationaler Standards - Abstraktion vom konkreten Fahrzeug • Die Herausforderungen des Werkstattservice: Wie hilft die Softwaretechnik bei der Wartung der Fahrzeugelektronik von 20 Modellgenerationen - Variantenmanagement - Versions- / Konfigurationsmanagement - Datenlogistik
Lernziele/Lernergebnisse	Mit diesem Modul wird ein praktischer Anwendungsbereich für moderne Softwaretechnik vermittelt: Die Automobilelektronik. Das Modul umfasst wesentliche moderne Techniken der heutigen Elektronikentwicklung und –wartung und hilft einerseits gelernte Methoden der Softwaretechnik in die Praxis zu applizieren und andererseits für einen eigenen Einstieg in automobile Themen vorbereitet zu sein.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Software Engineering
(empfohlene) Voraussetzungen	Knowledge in Software Engineering
Literatur	• W. Zimmermann, R. Schmidgal: Bussysteme in der Fahrzeugtechnik: Protokolle und Standards • J. Schäuffele, T. Zurawka: Automotive Software Engineering: Grundlagen, Prozesse, Methoden und Werkzeuge effizient einsetzen • Kai Borgeest: Elektronik in der Fahrzeugtechnik: Hardware, Software, Systeme und Projektmanagement
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Written exam or oral examination (100 %). Students must pass written homework to be admitted to the examination.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Dr. rer. nat. Ansgar SchleicherUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Bernhard Rumpe
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Masterprüfung Angewandte Softwaretechnik im Lebenszyklus der Automobilelektronik (121575701)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Angewandte Softwaretechnik im Lebenszyklus der Automobilelektronik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Inhaltsbasierte Ähnlichkeitssuche (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211929
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2006
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung: Multimediadatenbanken, Ähnlichkeitsmodelle 2. Ähnlichkeitsmodelle • Bilddatenbanken • Geometrische Objekte • Sequenzdaten • Graphstrukturen 3. Datenbanktechniken zur Ähnlichkeitssuche • Indexstrukturen • Dimensionsreduktion • Spezielle Distanzfunktionen (quadrat. Formen, EMD) • Partielle Ähnlichkeitssuche
Lernziele/Lernergebnisse	Erwerb der folgenden Kenntnisse und Fähigkeiten: • Kenntnis grundlegender Konzepte und Methoden der Modellierung von Data Mining-Aufgaben in großen Multimedia-Datenbanken. • Fähigkeit, Ähnlichkeitsmodelle für komplexe Objekte unterschiedlicher Typen zu benutzen und zu entwerfen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Kenntnisse aus der Veranstaltung Algorithmen und Datenstrukturen; empfohlen sind Kenntnisse aus dem Modul Datenbanken und Informationssysteme
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse aus den Modulen "Algorithmen und Datenstrukturen" und "Datenbanken und Informationssysteme".
Literatur	Folienskript zur Vorlesung mit zahlreichen Verweisen auf die Originalliteratur
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Thomas Seidl
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Inhaltsbasierte Ähnlichkeitssuche (121192902)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Masterprüfung Inhaltsbasierte Ähnlichkeitssuche (121192901)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Inhaltsbasierte Ähnlichkeitssuche	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Software-Qualitätssicherung (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212356
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	This module introduces central concepts, methods, techniques and processes of software quality-assurance. The following topics are covered: - Terms, concepts and models of quality assurance - Measurement and software metrics - Quality models - Test automation - Foundations of tests and test theory - Test techniques, section of test cases - Test-driven Development and Behavior-driven Development - Approaches to static examination of software - Foundations on metrics and measurement - Economic models of quality assurance
Lernziele/Lernergebnisse	General: After completing the module the students have the following knowledge and competencies. They … - know the goals, concepts, models, and basic terms of software quality assurance - know important methods of static software inspections - are able to apply test case selection techniques and know important test exit criteria - are able to systematically develop test specifications - know the fundamentals of software measurement and are able to define and assess software metrics - know standard approaches to evaluate and improve software development processes Benefits for future professional life / soft skills: All competencies are trained in the exercises, where small teams of students have to create typical software quality assurance artifacts. They have to present and discuss their solutions and ideas in front of the class. As professional knowledge on software quality assurance is provided, students gain personal and professional competencies that enable to work as quality assurance engineer.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Einführung in die Softwaretechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Learning outcomes fo the Module 'Software Engineering'
Literatur	Spillner, A., Linz, T., & Schaefer, H. (2006): Software Testing Foundations - A Study Guide for the Certified Tester Exam. dpunkt.verlag Heidelberg. Paul C. Jorgensen (2013): Software Testing: A Craftsman's Approach (4th ed.). Auerbach Publications, Boston, MA, USA. Michal Young and Mauro Pezze (2005): Software Testing and Analysis: Process, Principles and Techniques. John Wiley & Sons.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Horst Lichter
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Software-Qualitätssicherung (121235602)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Software-Qualitätssicherung (121235601)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Software-Qualitätssicherung	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Eingebettete Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215690
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Eingebettete Systeme steuern viele Dinge in unserem täglichen Leben. Energieeffiziente Kühlschränke, Aufzugssteuerungen und fortschrittliche Fahrerassistenzsysteme sind nur einige Beispiele. Embedded Systems steuern auch Prozesse im industriellen Umfeld und werden zur Erkennung und Vermeidung von Systemausfällen eingesetzt. Diese Vorlesung gibt eine allgemeine Einführung in das Thema Embedded Systems. Es werden grundlegende Konzepte vorgestellt und wichtige Unterschiede zu "normalen" Computersystemen aufgezeigt. Diese Vorlesung bereitet die Studierenden auf die Aufbauvorlesungen des Embedded Software Laboratory vor, die sich ausführlich mit Sicherheit, Zuverlässigkeit, formalen Methoden und dynamischen Systemen befassen. Diese Vorlesung richtet sich an alle Studierenden, die sich nicht nur auf das Verständnis von PCs beschränken wollen, sondern auch wissen wollen, wie z.B. Motorsteuergeräte und Produktionssteuerungssysteme funktionieren. Die in dieser Vorlesung behandelten Themen sind: Mikrocontroller, Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS, SPS-Programmiersprachen, Echtzeitanforderungen, Echtzeit-Betriebssysteme, Merkmale des Embedded-Software-Designs, Intra-Fahrzeugkommunikation (z.B. CAN-Bus), Teaser von Vorträgen des Embedded-Software-Labors. Die Vorlesung wird in deutscher Sprache mit englischen Folien gehalten.
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse: Kenntnisse und Vertrauen in moderne Softwaretechniken für eingebettete Systeme | Fertigkeiten: Fähigkeit, einen modellbasierten qualitätsorientierten Ansatz für das Design von Embedded Software | Kompetenzen anzuwenden: Sensibilität für besondere qualitative Anforderungen an das Design von Embedded Software.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse der 'Grundlagen der Technischen Informatik'.
Literatur	Folien zur Vorlesung, Skript sowie als Ergänzung folgende Bücher: Marwedel: Eingebettete Systeme. 2003 | Bass, Clements: Software Architecture in Practice. | Douglass: Real-time UML
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Stefan Kowalewski
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Eingebettete Systeme (121569002)	2. Semester	1. Semester	0	1
Prüfung Eingebettete Systeme (121569001)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Eingebettete Systeme	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Funktionale Sicherheit und Systemzuverlässigkeit (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212353
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Grundbegriffe (Schaden, Risiko, Sicherheit, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, etc.) | Referenzmodell Zuverlässigkeit (Fehlervermeidung vs. Fehlertoleranz, Fehlerausfall) | Konstruktionsmuster für Zuverlässigkeit (Redundanz, Replikation) | Analysemethoden für Zuverlässigkeit (RBDs, Fehlerbäume) | Gefahren- und Risikoanalyse, IEC 61508
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse: Kenntnisse über Terminologie, Kriterien, Analyse- und Entwurfsmethoden für sicherheits- und zuverlässigkeitsrelevante Systeme | Fertigkeiten: Fähigkeit, sicherheits- und zuverlässigkeitsrelevante Anforderungen zu spezifizieren, zu verifizieren und bei der Konzeption solcher Systeme zu berücksichtigen | Kompetenzen: Fähigkeit, Sensibilität für sicherheits- und zuverlässigkeitsrelevante Designprobleme zu schaffen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundkenntnisse in eingebetteten Systemen.
Literatur	Folien zur Vorlesung, Skript sowie als Ergänzung folgende Bücher: Storey: Safety-critical computer systems. Prentice Hall, 1996 | N. Leveson: Safeware. Addison-Wesley, 2001 | J. Barnes: High integrity software. Addison-Wesley, 2003 | K. Simpson, D. Smith: Functional Safety. Elsevier, 2004 | Birolini: Reliability Engineering. Springer, 2004. | S. Montenegro: Sichere und fehlertolerante Steuerungen. Hanser, 1999.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Stefan Kowalewski
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Funktionale Sicherheit und Systemzuverlässigkeit (121235302)	2. Semester	1. Semester	0	1
Prüfung Funktionale Sicherheit und Systemzuverlässigkeit (121235301)	2. Semester	1. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Funktionale Sicherheit und Systemzuverlässigkeit	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Objektorientierte Softwarekonstruktion (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212354
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Dieses Modul führt in zentrale Methoden, Techniken und Prozesse einer systematischen Softwareentwicklung basierend auf objekt-orientierten Konzepten ein. Die Vorlesung beschäftigt sich mit den folgenden Themen: Grundlagen der Objektorientierung | Software Wiederverwendung | Design by Contract | Vererbung, Polymorphismus und Generische Einheiten | Software Entwurfsprinzipien | Domain Modelling, Domain Driven Design | Komponententechnologie | Muster und Rahmenwerke | Smells und Refactoring
Lernziele/Lernergebnisse	Nach Beendigung des Moduls verfügen die Studierenden über das folgende Wissen und über die folgenden Kompetenzen: sie wissen, wie objekt-orientierte Modellierungskonzepte anzuwenden sind | sie sind in der Lage Use-Case basiert zu analysieren und Domänenwissen zu modellieren | sie kennen die Konzepte zur Entwicklung von Rahmenwerken | sie sind in der Lage, Code und Architektur auf Basis von Smells zu verbessern | sie kennen die Architektur von Java basierten Komponentenmodellen. Nutzen für die zukünftige Karriere / vermittelte Soft Skills: Alle Kompetenzen werden im Rahmen der begleitenden Übungen trainiert. In diesen arbeiten die Studierenden in Gruppen zusammen, um ihre Lösungen zu entwickeln. Weiterhin präsentieren und diskutieren sie im Rahmen der Übungen die von ihnen entwickelten Lösungen. Da in diesem Modul professionelles Wissen im Bereich der systematischen Softwarekonstruktion vermittelt wird, verfügen die Studierenden am Ende über relevantes Wissen und Kompetenzen um als Softwarearchitekt erfolgreich arbeiten zu können.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse der Softwaretechnik.
Literatur	Meyer, B. (1997): Object Oriented Software Construction, 2nd edition, Prentice Hall | Züllighoven, H. (2005): Object-Oriented Construction Handbook – Developing Application-Oriented Software with the Tools and Materials Approach. dpunkt.verlag, Heidelberg | Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides (1995): Design Patterns, Addison-Wesley | Fowler Martin (1999): Refactoring - Improving the design of existing code, Addison Wesley.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Horst Lichter
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Objekt-orientierte Softwarekonstruktion (121235402)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung Objekt-orientierte Softwarekonstruktion (121235401)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Objekt-orientierte Softwarekonstruktion	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Software-Projektmanagement (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212355
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die folgenden Themen werden behandelt: Grundlagen des Projektmanagements und zentrale Prozesse | Prozessmodelle der Softwareentwicklung | Agile Entwicklungsmodelle | Techniken der Projektplanung | Klassische und agile Techniken zur Kostenschätzung | Techniken der Zeitplanung | Projekt-Monitoring und Controlling | Risikomanagement | Stakeholder-Management und Entscheidungstechniken
Lernziele/Lernergebnisse	Nach Beendigung des Moduls verfügen die Studierenden über das folgende Wissen und über die folgenden Kompetenzen: Sie kennen die Ziele, wichtige Aktivitäten und Techniken des Software Projektmanagements | sie wissen, wie Entwicklungsaktivitäten und Projektmanagement Aktivitäten zusammenarbeiten | sie sind in der Lage kleinere Projekte zu planen, Aufwandsabschätzungen durchzuführen, den Projektfortschritt festzustellen und zu überwachen und systematisch Risiken zu bewerten | sie können Stakeholder analysieren und verfügen über Techniken, die helfen, Entscheidungen systematisch zu treffen. Nutzen für die zukünftige Karriere / vermittelte Soft Skills: Alle Kompetenzen werden im Rahmen der begleitenden Übungen trainiert. In diesen arbeiten die Studierenden in Gruppen zusammen, um ihre Lösungen zu entwickeln. Weiterhin präsentieren und diskutieren sie im Rahmen der Übungen die von ihnen entwickelten Lösungen. Da in diesem Modul professionellen Wissen im Bereich des Projektmanagements vermittelt wird, verfügen die Studierenden am Ende über relevantes Wissen und Kompetenzen, um erfolgreich in Führungspositionen in der Industrie arbeiten zu können.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse der Softwaretechnik.
Literatur	H. Kerzner (2002): Project Management - A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling, Wiley. | IEEE Std 1490 (2003): Adoption of PMI Standard A Guide to the Project Management Body of Knowledge | Wysocki, R. (2007): Effective Project Management, Wiley Publishing Inc.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Horst Lichter
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 60-90 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	210,0

Computational Engineering Science MSCES – Wahlpflichtbereich/ Schwerpunkt(wahl)	– Schwerpunkt Mathematik – Wahlpflichtbereich Informatik – Software und eingebettete Systeme + Software-Projektmanagement (1212355)
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	165,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Software-Projektmanagement (121235501)	2. Semester	1. Semester	7	0
Übung Software-Projektmanagement (121235502)	2. Semester	1. Semester	0	1

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Software-Projektmanagement	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Softwaretechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211965
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Die Vorlesung erarbeitet die Grundlagen zur Entwicklung komplexer Softwaresysteme. Behandelt werden Vorgehensmodelle, die Erhebung von Anforderungen, Softwarearchitektur und -entwurf, der Weg zur Implementierung und zur Qualitätssicherung mit Tests. Dabei wird vorwiegend die Modellierungssprache UML zur Darstellung genutzt. • Einführung, Grundbegriffe • Aktivitäten und Dokumente im Lebenszyklus • Der Entwicklungs- und Wartungsprozess • Problemanalyse und Anforderungserhebung • Entwurf und Architekturmodellierung, Architekturmuster • Entwurfsmuster • Qualitätssicherung • Projektmanagement • Dokumentation • Demonstration von Werkzeugen: MontiWeb
Lernziele/Lernergebnisse	**Kenntnisse:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende • den Softwareentwicklungsprozess und seine domänenspezifischen Varianten, • Vorgehensmodelle zur Softwareentwicklung sowie deren Phasen, • Modelle und Modellierungssprachen für die Entwicklungsaktivitäten, • Werkzeuge im Softwareentwicklungsprozess, • agile Methode sowie • Softwarearchitekturen und variantenreiche Software. **Fähigkeiten:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende • Softwareentwicklungsprozesse charakterisieren, • Vorgehensmodelle für Projekte nutzen, • Techniken zur Qualitätssicherung anwenden, • Modelle auf unterschiedlichen Abstraktionsstufen entwickeln, • Tests entwickeln und durchführen, • Werkzeuge im Softwareentwicklungsprozess einsetzen sowie • rechtliche Regularien für Entwicklung und Produkt einordnen. **Kompetenzen:** Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage, • im Team systematisch arbeitsteilige Softwareentwicklung für kleineren und mittlere Aufgabenstellungen unter Berücksichtigung von Qualitätskriterien mit geeigneten Werkzeugen durchführen oder Projekte mit komplexeren Randbedingungen strukturieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Veranstaltungen "Programmierung", "Einführung in die Technische Informatik", "Datenstrukturen und Algorithmen" oder äquivalenten Veranstaltungen des jeweiligen Studiengangs. Die Veranstaltung kann auch von engagierten Nebenfachstudenten gehört werden.

Literatur	• H. Lichter, J. Ludewig: Software Engineering: Grundlagen, Menschen, Prozesse, Techniken<; • I.Sommerville: Software Engineering, Pearson Studium • H.Balzert: Lehrbuch der Software-Technik, Band 1, Spektrum Akademischer Verlag
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das erfolgreiche Absolvieren des Modulbausteins "Werkzeuge und -Methoden fürs Software Entwickeln" und das Bestehen von Hausaufgaben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher Informatik Modellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja Petzoldt Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Bernhard Rumpe
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Softwaretechnik (121196502)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung Softwaretechnik (121196501)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Softwaretechnik	1. Semester	2. Semester	-	3
Globalübung Softwaretechnik	1. Semester	2. Semester	-	-

Modultitel	Berechenbarkeit und Komplexität (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212004
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Beispiele algorithmischer Probleme, Darstellung durch Sprachen und Funktionen, Frage der Lösbarkeit • Turingmaschinen, Church-Turing-These • Berechenbarkeit, Entscheidbakeit, Aufzählbarkeit • Simulationen zwischen verschiedenen Berechnungsmodellen, universelle Maschinen bzw. Programme • Unentscheidbare Probleme (u.a. Postsches Korrespondenzproblem) • Komplexitätsklassen und elementare Sachverhalte zu Zeit- und Platzkomplexität • Polynomielle Reduktionen und NP-Vollständigkeit • Approximation als Methode zur Lösung NP-harter Probleme, • Beispiel eines Polynomzeit-Approximationsschemas (FPTAS)
Lernziele/Lernergebnisse	**Kenntnisse:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende • die grundlegenden Berechnungsmodelle Turingmaschine und RAM, • den Unentscheidbarkeitsbegriff für Berechnungsprobleme, • wichtige Beispiele der Unentscheidbarkeit, • den Begriff der Turing-Mächtigkeit, • das Konzept der primitiv rekursiven Funktion, • zentrale Komplexitätsklassen der Informatik, • polynomielle Reduktionen und NP-Vollständigkeit und • wichtige Beispiele von NP-vollständigen Problemen. **Fähigkeiten:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende • Turingmaschinen für grundlegende Algorithmen formal definieren, • zwischen berechenbaren/aufzählbaren Problemen und solchen, die dies nicht sind, unterscheiden, • Unentscheidbarkeitsbeweise durchführen, • primitiv rekursive Funktionen erkennen, • Probleme in Komplexitätsklassen einordnen und • polynomielle Reduktionen erstellen und analysieren. **Kompetenzen:** Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage, • die Entscheidbarkeit eines algorithmischen Problems zu beurteilen, • die Komplexität eines algorithmischen Problems zu bestimmen und zu beurteilen sowie • die Berechenbarkeits- und die Komplexitätstheorie und andere Bereichen der Informatik in Beziehung zu setzen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse aus den Modulen 'Diskrete Strukturen' und 'Formale Systeme, Automaten, Prozesse'.

Literatur	• Skript und Folien zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. ir. Dr. h. c. (AAU) Joost-Pieter KatoenUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Martin GroheUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Peter RossmanithUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Jürgen Giesl
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Berechenbarkeit und Komplexität (121200402)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung Berechenbarkeit und Komplexität (121200401)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Berechenbarkeit und Komplexität	1. Semester	2. Semester	-	3
Globalübung Berechenbarkeit und Komplexität	1. Semester	2. Semester	-	-

Modultitel	Diskrete Strukturen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1115472
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor
Inhalt	• Mengen, Funktionen, Relationen anhand informatischer Beispiele • Boolesche Algebra • Endliche Kombinatorik • Elementare Zahlentheorie • Körper und Polynomring • Matrizenrechnung, Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme • Elementare Graphentheorie
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnis: • Allgemeine mathematische Grundbegriffe, wie Mengen, Abbildungen, Relationen • Standard-Beipiele zu algebraischen Grundbegriffen wie Gruppe, Ring, Körper, Polynom • Formeln und Methoden der elementaren Kombinatorik, einschliesslich Binomialkoeffizienten und Stirling-Zahlen • Graphen und Graphenalgorithmen • Lösungsverfahren für Lineare Gleichungssysteme • Matrizenrechnung Fähigkeiten: • logisches Schließen • Führen einfacher mathematischer Beweise • kombinatorische Berechnungen • Durchführen von Graphenalgorithmen • Systematisches Lösen von Linearen Gleichungssystemen Kompetenzen: • Verstehen der mathematichen Ausdrucksweise • Selbstständiges Lesen und Verstehen elementarer mathematischer Texte • Abstraktionsvermögen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	A. Steger, Diskrete Strukturen, Bd.1, Springer 2001.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Klausur oder mündliche Prüfung. Die Modulnote ist die Note der Klausur bzw. die Note der mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Gerhard Hiß

ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Diskrete Strukturen (111547202)	1. Semester	2. Semester	0	2
Bachelorprüfung Diskrete Strukturen (111547201)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Diskrete Strukturen	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Effiziente Algorithmen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211977
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1) Algorithmen für Flüsse und Matchings 2) Methoden der linearen Programmierung • Simplexverfahren • Ellipsoidmethode • Dualitätsprinzip • Ganzzahligkeit 3) Approximtionsverfahren • Vertex Cover und Set Packing • FPTAS für das Rucksackproblem • Traveling Sales Person Problem (Christofides Algorithmus) • Makespan-Scheduling (Heuristiken und Approximationsschema) • Primal-Duale Approximationsalgorithmen 4) Einführung in Online Algorithmen
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse: Beim erfolgreichen Abschluss des Moduls sollten die Studierenden Kenntnisse über folgende Themen haben: • Anwendungen und algorithmische Lösungsansätze für Fluss- und Matching-Problem • Lineare Programmierung: Anwendungen, Algorithmen, Dualität, Ganzzahligkeit • Approximationsalgorithmen und -schemata für zentrale Probleme der kombinatorischen Optimierung, insbesondere Analyse der Approximationsgüte • Online-Algorithmen und Competitive-Analyse Fähigkeiten: Die Studierenden sollten in der Lage sein, • Das geeignete Framework (insbes. Flüsse, Matchings, LPs) zur Lösung spezifischer algorithmischer Problemstellungen auszuwählen • Algorithmische Probleme in Form von Matchings, Flüssen, nicht-ganzzahligen und ganzzahligen LPs zu spezifizieren • Algorithmen bezüglich ihrer Approximationsgüte zu analysieren und zu bewerten

	• Online-Problem im Modell der Competitive Analyse darzustellen und Online-Algorithmen in diesem Modell zu analysieren und zu bewerten Kompetenzen: Basierend auf dem Wissen und den Fähigkeiten sollten die Studierenden in der Lage sein • festzustellen, ob ein Standardverfahren zur Lösung einer algorithmischen Problemstellung herangeszogen werden kann und diese Verfahren anzuwenden • neue algorithmische Lösungen für nicht-standard Probleme in Form von Approximations- und Online-Algorithmen zu entwickeln und zu analysieren
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Inhalte der Vorlesungen "Datenstrukturen und Algorithmen" und "Berechenbarkeit und Komplexität".
Literatur	Zur Vorlesung wird ein Skript erstellt und folgende Literatur empfohlen: • T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, C. Stein: *Introduction to Algorithms, 2*nd *Edition*, MIT Press and McGraw-Hill, 2001 • J. Kleinberg, E. Tardos: Algorithm Design, Addison-Wesley, 2004. • C. Papadimitriou, K. Steiglitz: *Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity*, Dover Publications, Inc., 1998. • V. Vazirani, *Approximation Algorithms*, Springer, 2001. • R. Motwani, P. Raghavan. Randomized Algorithms, 1996.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Peter RossmanithDr. rer. nat. Walter Unger
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in Effiziente Algorithmen (121197702)	2. Semester	1. Semester	0	2

Prüfung Einführung in Effiziente Algorithmen (121197701)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in Effiziente Algorithmen	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Graphalgorithmen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212327
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Schnittgraphen, planare Graphen und andere Graphklassen, Baumweite, Bandweite und weitere Eigenschaften, Orientierungen auf Graphen, Perfekte Graphen, Einbettungen, Kommunikationsprobleme auf Graphen.
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge: Beim erfolgreichen Abschluss des Moduls sollten die Studiernden Kenntnisse über folgende Themen haben Komplexität verschiedener Probleme auf verschiedenen Graphklassen.Algorithmen auf verschiedenen Graphklassen. Skills: Die Studierenden sollten in der Lage sein Graphklassen zu beschreiben,Beweise zu Grapheingenschaften zu führen. Competences: Basierend auf dem Wissen und den Fahigkeiten sollten die Studierenden in der Lage sein: Eigenschaften einer Graphklasse erkennen. Komplexität eines gegebenen Problems auf einer Graphklasse bestimmen.Algorithmen unter Ausnutzung der Eigenschaften einer Graphklasse entwickeln.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse aus den Modulen "Algorithmen und Datenstrukturen" sowie "Berechenbarkeit und Komplexität".
Literatur	Zur Vorlesung wird ein Skript erstellt und folgende Literatur empfohlen: Golumbic M.C. Algorithmic Graph Theory and Perfect Graphs Harary F.: Graphentheorie, 1974. Wilson R.J.: Einführung in die Graphentheorie, 1972
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Dr. rer. nat. Walter Unger
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5

Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Graphalgorithmen (121232702)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung Graphalgorithmen (121232701)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Graphalgorithmen	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Formale Systeme, Automaten, Prozesse (Wahlpflichtfach)
Kennung	1214961
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Formale Systeme: Terme, Wörter, Sprachen anhand von Kernbeispielen: u.a. Zahlterme, arithmetische und boolesche Terme, while-Programme. Definition von Termmengen und Programmiersprachen durch Regelsysteme (Termersetzungssysteme, Grammatiken), Ableitungsbegriff, Methode der strukturellen Induktion. Klassifikation von Grammatiken (Chomsky-Hierarchie) und elementare Sachverhalte zu kontextfreien Grammatiken: Normalformen, Wortproblem (Ableitbarkeitstest), Nichtleerheitstest. 2. Automaten: Endliche Automaten (deterministisch, nichtdeterministisch), Abschlusseigenschaften (u.a. Produktautomaten), reguläre Ausdrücke, Nichtleerheits- und Äquivalenztest, Nachweis nichtregulärer Sprachen. Kellerautomaten (deterministisch und nichtdeterministisch), Übersetzung von kontextfreien Grammatiken in Kellerautomaten als Beispiel der Implementierung von Rekursion durch Kellerspeicher. 3. Prozesse: Elementare Modellierungsformen verteilter und nebenläufiger Systeme: Synchronisierte Produkte, Petrinetze und kommunizierende sequentielle Prozesse (CSP). Vorstellung und Einübung anhand von Beispielen, Vergleich mit dem Grundmodell des endlichen Automaten.
Lernziele/Lernergebnisse	**Kenntnisse:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende • endliche Automaten und reguläre Ausdrücke, • kontextfreie Grammatiken und Kellerautomaten, • reguläre und kontextfreie Sprachen sowie • Modelle für Nebenläufigkeit. **Fähigkeiten:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende • fundamentale Algorithmen auf endliche Automaten anwenden und die Komplexität der Algorithmen bestimmen, • mit verschiedenen Werkzeugen formale Sprachen untersuchen und verwenden sowie • nebenläufige Systeme analysieren. **Kompetenzen:** Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage, • die gelernten Inhalte auf Anwendungsgebiete wie Compilerbau und Verifikation zu übertragen sowie • formale Modelle der Informatik mathematisch fundiert zu verwenden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Übungsaufgaben. Details werden in der Vorlesung bekanntgegeben.
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	Skript und Folien zur Vorlesung Standardbücher: • Hopcroft, Motwani, Ullman, Introducton to Automata, Theory, Languages, and Computation, Addison-Wesley 2001 (Ch.1-7)

	• M. Sipser, Introduction to the Theory of Computation, PWS Publ. Comp. 1997, Part 1.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. ir. Dr. h. c. (AAU) Joost-Pieter KatoenUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Martin GroheUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Jürgen GieslUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Peter Rossmanith
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Formale Systeme, Automaten, Prozesse (121496102)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Prüfung Formale Systeme, Automaten, Prozesse (121496101)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Formale Systeme, Automaten, Prozesse (2)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3
Globalübung Formale Systeme, Automaten, Prozesse (2)	2. Semester	1. Semester	-	-

Modultitel	Computational Systems Biotechnology (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011673
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Einführung in die Begrifflichkeit der Systembiologie, Stöchiometriebasierte Modellierung in der Systembiologie: Begrifflichkeit, Strukturelle Modellierung biochemischer Netzwerke, Nullraum-Analyse, Elementarmoden, Flussbilanzanalyse, Netzwerk-Thermodynamik, metabolische Stoffflussanalyse. Anwendungen in Metabolic Engineering und Synthetischer Biologie
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Grober Überblick über Begrifflichkeit und Anwendungsgebiete der Systembiologie • Verständnis des Konzepts stöchiometriebasierter Methoden • praktische Durchführung wesentlicher Analysemethoden (Freiheitsgrad-Bestimmung, Flux Balance Analysis, Elementarmoden, Netzwerk-Thermodynamik) an einfachen Beispielen • Verständnis des Konzepts der metabolischen Stoffflussanalyse Nicht fachbezogene Lernziele: • integrierte Nutzung computergestützter Werkzeuge in der Systembiologie • Einblick in interdisziplinäre Projektarbeit
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Generell können fehlende Grundkenntnisse anhand von Lehrmaterialien in der Vorbereitungsphase nachgeholt werden. Mathematische Grundkenntnisse in Linearer Algebra auf dem Niveau der Grundvorlesung Computational Biotechnology im Studiengang Biotechnologie. MATLAB-Grundkenntnisse: Kommandozeile, Grundbefehle, Matrizen, einfache Skripte Biochemische Grundkenntnisse: Enzym- und Transportkinetik, Gleichgewichtsthermodynamik Grundkenntnisse über zentrale Stoffwechsel-Netzwerke: Glykolyse, Penthosephosphatweg, Zitronensäurezyklus, Anaplerosis, Oxidative Phosphorylierung, Aminosäuresynthesewe
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Generell können fehlende Grundkenntnisse anhand von Lehrmaterialien in der Vorbereitungsphase nachgeholt werden. • Mathematische Grundkenntnisse in Linearer Algebra auf dem Niveau der Grundvorlesung „Computational Biotechnology“ im Studiengang Biotechnologie. • MATLAB-Grundkenntnisse: Kommandozeile, Grundbefehle, Matrizen, einfache Skripte • Biochemische Grundkenntnisse: Enzym- und Transportkinetik, Gleichgewichtsthermodynamik • Grundkenntnisse über zentrale Stoffwechsel-Netzwerke: Glykolyse, Penthosephosphatweg, Zitronensäurezyklus, Anaplerosis, Oxidative Phosphorylierung, Aminosäuresynthese
Literatur	• Palsson B: Systems Biology: Properties of Reconstructed Networks: Cambridge University Press; 2006. • Weitere Literatur, Vorlesungsfolien, MATLAB-Programme werden zur Verfügung gestellt • Klipp E. et al.: Systems Biology - A textbook: Wiley 2009
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Korrekte Bearbeitung der Hausaufgaben, die zwischen den Einführungsvorlesungen und der Blockwoche zu bearbeiten sind (20%) • abschließende 30-minütige mündliche Einzelprüfung zum Stoff der Vorlesung (80%)

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang Wiechert
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündliche Prüfung Computational Systems Biotechnology (401167301)	2. Semester	1. Semester	7	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Computational Systems Biotechnology	2. Semester	1. Semester	-	5

Modultitel	Combinatorial Problems in Scientific Computing (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215721
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Lösung dünnbesetzter linearer Gleichungssysteme • Matrix-Vektor Produkte in iterativen Algorithmen • LU Faktorisierung • Cholesky Faktorisierung Ableitungsberechnung • Dynamische Programmierung auf Kettenprodukten erweiterter Jacobimatrizen • Eliminationstechniken auf linearisierten Berechnungsgraphen Weitere ausgewählte aktuelle kombinatorische Probleme im Wissenschaftlichen Rechnen
Lernziele/Lernergebnisse	The aim of this course is to give students an appreciation of how discrete models are developed in the area of scientific computing. At the end of this course, students should be able to • recall the presented combinatorial models in the area of scientific computing (knowledge) • describe the connection between the scientific computing problem and its corresponding combinatorial problem (knowledge) • apply the strategies for the solution of the resulting combinatorial problems (skill) • recognize the expressiveness of different graph models (skill) • discuss combinatorial models for different problem classes arising in scientific computing (competence)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Algorithmen und Datenstrukturen
Literatur	Vorlesungsskript mit Verweisen auf Originalartikel
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Benotung ergibt sich zu 100% aus der abschließenden Prüfung zum Modul, die in schriftlicher oder mündlicher Form erfolgt. Die endgültige Form der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben. Wird vorgesehen, dass semesterbegleitende Hausaufgaben auf die Prüfungsnote angerechnet werden, sind die entsprechenden Regelungen der Prüfungsordnung zu beachten. Prüfung nach Ende der Vorlesungszeit.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Uwe Naumann
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3

Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Combinatorial Problems in Scientific Computing (121572102)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	1
Prüfung Combinatorial Problems in Scientific Computing (121572101)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Combinatorial Problems in Scientific Computing	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	High-Performance Computing (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215720
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Eigenschaften von Mikroarchitekturen • Parallele Rechnerarchitekturen • Netzwerk-Topologien • Blockalgorithmen zur Ausnutzung von Datenlokalität in tiefen Speicherhierarchien • Prinzipien des parallelen Algorithmenentwurfs • Modellierung von Parallelität (Speedup, Effizienz, Amdahl) und Leistung • Einführung in parallele Programmierung • Weitere ausgewählte Themen
Lernziele/Lernergebnisse	Erwerb der folgenden Kenntnisse und Fähigkeiten: • Verständnis der wesentlichen Parallel-Rechnerarchitekturen • Kenntnis grundlegender Entwurfsmethoden für datenlokale serielle und parallele Algorithmen • Beherrschung einfacher Methoden zur Laufzeitanalyse von parallelen Algorithmen • Grundlegendes Verständnis für elementare Operationen der parallelen Programmierung
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Beherrschung der wesentlichen Konzepte imperativer und objektorientierter Programmiersprachen sowie elementarer Programmiertechniken in diesen Sprachen (Vorlesung Programmierung).
Literatur	PDF-Dateien der Folien und Übungen (zum Download), sowie: • G. Hager and G. Wellein: Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers. CRC Computation Science Series, 2010. ISBN: 978-1-4398-1192-4. • J. Hennessy and D. Patterson: Computer Architecture. A Quantitative Approach. Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier, 2011. ISBN: 978-0123838728.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Matthias Müller
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung High-Performance Computing (121572001)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung + Übung High-Performance Computing	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	High-performance Matrix Computations (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211911
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The course centers around the idea of developing efficient numerical algorithms for matrix computations through a synergy between mathematics and architectures. The focus is on the most common linear algebra operations: linear systems and eigenproblems. The objective is to attain high performance on a variety of parallel architectures: multi-core processors, GPUs, distributed and hybrid systems. Topics covered: generalized, standard and tridiagonal eigenproblems, matrix factorizations, linear systems. The students are expected to participate in practical programming exercises. The languages of choice are Matlab and C.
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge: On successful completion of this module, students will have knowledge about efficient numerical algorithms for linear systems and eigenproblemsparallel architectures standard numerical linear algebra libraries: BLAS, LAPACK, MKL, Elemental performance metrics: efficiency, strong &; weak scalability, time, space Skills: They should be able to write high-performance code for matrix operations in C design workqueue-based &; multi-threaded parallel algorithms design message-passing-based parallel algorithms Competences: Based on the knowledge and skills acquired, they should be able to identify opportunities for parallelism in matrix operations tailor algorithms for a specific target architecture (shared memory architectures, distributed memory architectures, accelerators)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Voraussetzung: Knowledge from Numerical linear algebra.Principles of algorithms and Knowledge from programming.Familiarity with Matlab and C.
Literatur	Lecture slides Diaries from the computer sessions G. Golub, C. van Loan. Matrix Computations. Third Edition, 1996. G. Meurant. Computer Solution of Large Linear Systems. North Holland, Amsterdam, 1999<
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The grading results from 100% of the final exam of this module. The exam can be a written or an oral exam. The final form of the examination is announced at the beginning of the lecture. If it is intended that homework will count for the examination grade, the respective paragraphs of the examination regulations have to be followed. The exam is done at the end of the lecture period.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator:Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Paolo Bientinesi Ph. D.
ECTS Credits	6

Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam High-performance Matrix Computations (121191101)	2. Semester	1. Semester	6	0
Exercise High-performance Matrix Computations (121191102)	2. Semester	1. Semester	0	1

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture High-performance Matrix Computations	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Leistungs- und Korrektheitsanalyse paralleler Programme (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215722
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Skalierbarkeit von parallelen Anwendungen • Performance-Monitoring (Profiling, Tracing, Event-Driven, Sample-Driven) • Instrumentierung • Methoden der Leistungsanalyse - Fehlerklassen (Deadlocks, Race Conditions) • Klassische Debugging Technologie - Methoden zur Fehlererkennung (Statische Programmanalyse, Laufzeit, Formale Methoden) • Fehler bei der Programmierung mit MPI • Deadlockerkennung • Designmethoden zur Fehlervermeidung und –erkennung (Assertions, Correctness-by-Construction)
Lernziele/Lernergebnisse	• Methoden zur Leistungsanalyse von parallelen Programmen • Validierung und Fehlererkennung in parallelen Programmen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnis serieller Programmiersprachen und elementarer Programmiertechniken (Vorlesung Programmierung). Beherrschung der wesentlichen Konzepte der Parallelverarbeitung (Vorlesung Introduction to High-Performance Computing).
Literatur	Raj Jain: The Art of Computer Systems Performance Analysis John Wiley &; Sons, Inc., 1991 (ISBN: 0-471-50336-3)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Matthias Müller
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0

Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in die Leistungs- und Korrektheitsanalyse paralleler Programme (121572202)	1. Semester	2. Semester	0	1
Prüfung Einführung in die Leistungs- und Korrektheitsanalyse paralleler Programme (121572201)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in die Leistungs- und Korrektheitsanalyse paralleler Programme	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Parallele Algorithmen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212689
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Parallele numerische Algorithmen • Parallele Graph-Algorithmen • Parallele Algorithmen zur Schnellen Fourier-Transformation • Parallele Algorithmen zur diskreten Optimierung • Weitere ausgewählte Themen
Lernziele/Lernergebnisse	The aim of this course is to give students an appreciation of how parallel algorithms are developed. At the end of this course, students should be able to • recall the structure of the presented parallel algorithms (knowledge) • identify the difference between a parallel algorithm and a parallelized version of a serial algorithm (knowledge) • analyze the scalability of a parallel algorithm (skill) • apply the principles of parallel algorithm design to different computational problem classes (skill) • discuss issues of parallel algorithm design with scientists and engineers without background in parallel computing (competence)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnis serieller Programmiersprachen und elementarer Programmiertechniken (Vorlesung Programmierung); Beherrschung der wesentlichen Konzepte der Parallelverarbeitung (Vorlesung Introduction to High-Performance Computing).
Literatur	Handouts zur Vorlesung sowie z.B.: • M. J. Quinn: Parallel Programming in C with MPI and OpenMP, McGraw-Hill, 2003. • V. Kumar, A. Grama, A. Gupta, G. Karypis: Introduction to Parallel Computing: Design and Analysis of Algorithms, 2nd Edition, Addison Wesley, 2003.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: apl. Professor Dr.-Ing. Dipl.-Inform. Martin Bücker
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3

Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Parallele Algorithmen (121268901)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Parallele Algorithmen	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Parallele Algorithmen	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Parallele Programmierung II (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215726
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Diese Vorlesung behandelt fortgeschrittene Themen der parallelen Programmierung für wissenschaftlich/technische Anwendungen. Die Betonung liegt auf Programmiermodellen, die vorwiegend im High-Performance Computing eingesetzt werden. • POSIX Threads • Programmierung von GPUs • Fortgeschrittene MPI Features • PGAS-Sprachen
Lernziele/Lernergebnisse	• Knowledge: Deeper insight into parallel programming and advanced parallel programming interfaces for high-performance computing. • Skills: Writing correct and efficient parallel programs using the advanced interfaces. • Competences: Designing parallel programs for compute-intensive tasks in science and engineering using the advanced interfaces.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse der Programmiersprache C. Kenntnisse aus den Vorlesungen 'Parallele Programmierung I' oder 'Einführung in das Hochleistungsrechnen'
Literatur	• T. Rauber, G. Rünger: Parallele Programmierung, Springer, 2. Auflage, 2007 • D. Kirk: Programming Massiveley Parallel Processors, Morgan Kaufmann, 2010 • W. Gropp, E. Lusk, R. Thakur: Using MPI-2: Advanced Features of the Message-Passing Interface, The MIT Press, 1999. • T. El-Ghazawi, W. Carlson, T. Sterling: UPC: Distributed Shared Memory Programming, John Wiley &; Sons, 2005.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Fachgruppe Informatik
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Parallele Programmierung II (121572602)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Parallele Programmierung II (121572601)	2. Semester	1. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Parallele Programmierung II	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1221329
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Inhalt 1. Dynamische Fahrzeugmodelle Kinematische und kinetische Massenpunkt- und Einspurmodelle 2. Regelungstechnik und Optimierung Regelkreisglieder, Stabilität von Regelkreisen, digitale Regelung, Zustandsraumdarstellung, Modellprädiktive Regelung, konvexe Optimierung, nicht-konvexe Optimierung 3. Wahrnehmung Straßenkarten, Navigation, Kalman-Filter, Maschinelles Lernen 4. Netzwerk und Verteilung Graphentheorie, Verteilte Algorithmen, kooperative und nicht-kooperative Ansätze zur vernetzten Regelung 5. Softwarearchitekturen und Testkonzepte Dienstorientierte Softwarearchitekturen, Vorgehensmodelle und In-the-Loop Tests von vernetzten Systemen 6. Fallstudie Entwicklung eines Beispielsystems bestehend aus einer Fahrzeugkolonne
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung kennen die Studierenden Methoden zur Entwicklung von Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen • kennen die Studierenden die Themengebiete, die zur Umsetzung von Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen relevant sind • verstehen die Studierenden verschiedene Verfahren zur Modellbildung, Regelung, Optimierung, Wahrnehmung, Verteilung sowie zum Entwurf und Testen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen und können deren Anwendungsgebiete benennen • kennen die Studierenden die Herausforderungen bei der echtzeitfähigen Algorithmenumsetzung für vernetzte und automatisierte Fahrzeuge • wissen die Studierenden verschiedene Ansätze und Vorgehensmodelle zur Entwicklung von Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen sowie deren Vor- und Nachteile. Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die nötigen Schritte zur erfolgreichen Entwicklung von Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen selbständig durchzuführen. Hierbei berücksichtigen sie eigenverantwortlich die unterschiedlichen Aspekte bei der Entwicklung und können bewerten, inwiefern die zur Verfügung stehenden Ansätze, Methoden und Algorithmen Anwendbarkeit finden. Sie sind ferner in der Lage, verschiedene Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen zu synthetisieren. Darüber hinaus können sie durch die Erprobung im Labor praktische Aspekte berücksichtigen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	Literatur: R. Rajamani: Vehicle Dynamics and Control. 2. Auflage, Springer, 2005. S. Boyd and L. Vandenberghe. Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004. J. Maciejowski. Predictive Control With Constraints. Prentice Hall, 2002. D. Simon. Optimal State Estimation: Kalman, H Infinity, and Nonlinear Approaches. John Wiley & Sons, 2006. D. Abel, A. Bollig. Rapid Control Prototyping. Springer, 2006.

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich - zu 50% aus einem Praktikum (absolviert im Rahmen der Laborübung) sowie - zu 50% aus einer abschließenden mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr.-Ing. Bassam Alrifaee
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	20
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Laborübung Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen (122132901)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Prüfung Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen (122132902)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Introduction to Algorithmic Differentiation (Wahlpflichtfach)
Kennung	1221327
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	We discuss the algorithmic differentiation of differentiable numerical programs, that is the generation of first-, second- and higher-order tangent and adjoint code by • operator and function overloading in C++ • manual source transformation • automatic source transformation
Lernziele/Lernergebnisse	• Knowledge: understanding of fundamental algorithmic differentiation (AD) modes • Skills: ability to apply AD software to differentiable numerical programs • Competences: choice of appropriate AD mode for a given task
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	• Introduction to Programming • Introduction to Calculus
Literatur	• Set of slides • Example programs • Naumann: The Art of Differentiating Computer Programs. SIAM 2012. • Griewank, Walther: Evaluating Derivatives. SIAM 2008. • References to relevant current literature and online materials
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur (100 %).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Uwe Naumann
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Introduction to Algorithmic Differentiation (122132702)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	1
Prüfung Introduction to Algorithmic Differentiation (122132701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in Algorithmisches Differenzieren	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Reinforcement Learning and Learning-based Control (Wahlpflichtfach)
Kennung	4026526
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Class outline: • Reinforcement learning problem and its relation to control • Markov decision process • Dynamic programming • Tabular reinforcement learning • Reinforcement learning with function approximation incl. deep RL • Policy gradient methods • Model learning • Controller learning
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: The course “Reinforcement Learning and Learning-based Control” covers fundamentals and state-of-the art methods in reinforcement learning and learning-based control. Reinforcement learning (RL) is a machine learning paradigm that aims at learning action or control policies from data generated through interaction with an environment. It is one important subfield of learning-based control (LBC), which more broadly denotes the intersection of the areas of automatic control and machine learning. Both, RL and LBC are very active and interdisciplinary areas of research. The first part of the module introduces and formalizes the reinforcement learning problem and its connections with dynamical systems and control. Building on the formulation as a Markov decision process, core concepts of RL and optimal control will be developed. After establishing understanding and fundamental concepts of RL theory, modern algorithms including deep RL approaches are introduced. In addition to RL, the course covers further essential topics of learning-based control, including model learning and modern controller tuning techniques Fertigkeiten und Kompetenzen: The course combines profound understanding of theoretical foundations with the application of state-of-the-art techniques to engineering problems. Students acquire a solid foundation of reinforcement learning theory and learningbased control. They will gain insight into how machine learning and control techniques can be combined, and what special challenges exist. Further, students will be exposed to state-of-the-art algorithms and methods such as deep reinforcement learning and model learning, including hands-on programming exercises.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Basic knowledge in probability theory and supervised machine learning (such as covered in Computer Science in Mechanical Engineering 2 or Machine Learning, for example)
Literatur	Reinforcement Learning: An Introduction, 2nd edition; Richard S. Sutton, Andrew G. Barto; MIT Press; 2018 Empfohlene weiterführende Literatur:

	Will be announced in the lecture.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	100% grade of the exam.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. Sebastian Trimpe
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Reinforcement Learning and Learning-based Control (402652601)	2. Semester	1. Semester	6	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Reinforcement Learning and Learning-based Control	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Reinforcement Learning and Learning-based Control	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Advanced Algorithmic Differentiation (Wahlpflichtfach)
Kennung	1221328
Version	V1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Sommersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Essential AD • Exploitation of Jacobian and Hessian Sparsity • Limited Memory Adjoints • Elimination Methods for Jacobians • Symbolic Tangents and Adjoints • AD Mission Planning
Lernziele/Lernergebnisse	• Knowledge: understanding of algorithmic differentiation (AD) beyond the black-box perspective • Skills: ability to design scalable and efficient AD solutions • Competences: AD mission planning
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Introduction to Algorithmic Differentiation
Literatur	• Set of slides • Example programs • Naumann: The Art of Differentiating Computer Programs. SIAM 2012. • Griewank, Walther: Evaluating Derivatives. SIAM 2008. • References to relevant current literature and online materials
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Uwe Naumann
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Excercise Advanced Algorithmic Differentiation (122132802)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Exam Advanced Algorithmic Differentiation (122132801)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Advanced Algorithmic Differentiation	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Advanced C++ (Wahlpflichtfach)
Kennung	1228566
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Sommersemester 2023
Gültig bis	-
Modulniveau	Master

Inhalt	• development environment
	  • build system
	  • git
	  • integrated development environment (IDE)
	  • debugging: valgrind, gdb, sanitizer
	  • testing: gtest
	  • benchmarking: google benchmark
	  • compiler explorer (godbolt.org), cppinsights.io, quick-bench.com
	• RAII
	  • object lifetime
	  • exception safety
	  • smart pointer
	  • STL container
	• class design
	  • uniform initialization
	  • rule of 5, rule of 0
	  • =default, =delete
	  • copy elision
	  • move semantics
	  • rvalue reference
	  • universal/forwarding reference
	  • std::forward
	• specifiers
	  • auto
	  • typedef
	  • decltype

- constexpr, consteval
- C++ templates and template type deduction
  - function templates
  - class templates
  - variadic templates
  - template specialization
  - SFINAE
- type traits and concepts
  - type traits
  - enable_if
  - remove_cvref
  - concepts
- expression templates
- callables
  - std::function
  - lambda
  - STL iterator
  - STL algorithm
- parallelization
  - threads
- error propagation
  - exceptions

Lernziele/Lernergebnisse	• Knowledge: understanding of selected advanced concepts and language features provided by modern C++ • Skills: ability to write C++ programs that use advanced features of modern C++ • Competences: selection of appropriate advanced features of C++ for a given software development problem
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Einführung in die Programming mit C++
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Uwe Naumann
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Advanced C++ (122856601)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung + Übung Advanced C++	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	4

Modultitel	Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning (Wahlpflichtfach)
Kennung	4028624
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2023
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The use of machine learning and artificial intelligence has a huge potential for building future engineering systems such as autonomous robots, vehicles, or smart infra-structure systems. This is an interdisciplinary seminar offered in mechanical engineering and computer science due to the interdisciplinary nature of the topic. In addition to the challenges of designing ML and Al systems, it is critical to analyze the mathematical properties of these algorithms. This seminar will focus on some of the underlying mathematics of modern methods. The number of places for this seminar is limited.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: You will leam about topics of current research in machine learning and focus on the underlying mathematical concepts. Many modern machine learning methods are readily implemented and can be used rather straightforwardly on a given data set. However, often this yields poor results. Thus, it is important to understand how the algorithms work and what mathematical properties of the data are critical to ensure good performance. A prominent example is correlated data, which can have dramatic consequences for certain methods and be manageable for others. The amount and quality of data is also an important aspect that heavily influences the success of the leaming outcome. Fertigkeiten und Kompetenzen: You will prepare an assigned topic, familiarize with the mathematical details, and give a presentation to your peers. There will be theorems and proofs. You need to under-stand and reproduce the mathematical arguments, reasoning and rigor.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Prior knowledge in probability theory and machine learning is recommended.
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The attendance of the course is mandatory. Presentation (40%) and written report (60%).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Sebastian Trimpe
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning (402862401)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Statistische Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215695
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Introduction/Motivation | Linguistic and Statistical Foundations | Text and Document Classification | Language Modelling | Part-of-Speech (POS) Tagging | Information Extraction by Tagging | Probabilistic Context Free Grammars and Parsing | Machine Translation
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge: On successful completion of this module, students should be able to:describe the various applications of advanced state-of-the-art methods of Natural Language Processing. | describe the fundamental properties and methods of Natural Language Processing. | describe the advanced methods for training a Natural Language Processing: system. | describe the trade-off between system complexity and performance in an advanced Natural Language Processing system. Skills: They should be able to:to train the parameters of a Natural Language Processing system using advanced training methods. | apply and implement advanced methods of Natural Language Processing | measure and analyse the performance of a Natural Language Processing | system in complex real-life applications. Competences: Based on the knowledge and skills acquired they should:have an overview of advanced methods in Natural Language Processing. | be able to apply advanced methods of Natural Language Processing. | be in a position to analyze specific problems in a real-life application of Natural Language Processing systems.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse aus „Einführung in die Stochastik“, „Datenstrukturen und Algorithmen“, „Formale Systeme, Automaten, Prozesse“.
Literatur	C. D. Manning, H. Schütze: Foundations of Statistical Natural Language Processing. MIT Press, Cambridge, MA, 1999. | D. Jurafsky, J. H. Martin: Speech and Language Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2000. | Folien/Lecture Notes: http://www-i6.informatik.rwth-aachen.de/web/Teaching/
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Hermann Ney
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	240,0

Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	150,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Statistische Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache (121569502)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Statistische Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache (121569501)	2. Semester	1. Semester	8	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Statistische Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Automatische Spracherkennung (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215750
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Introduction/motivation. | Digital signal processing. | Spectral Analysis. | Time alignment and isolated word recognition. | Statistical interpretation and models. | Connected Word Recognition. | Large Vocabulary Speech Recognition.
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge: On successful completion of this module, students should be able to: describe the components and formalisms of a state-of-the-art automatic speech recognition system; | state the optimization problems underlying training, adaptation, and recognition using state-of-the-art automatic speech recognition components and underlying models. Skills: They should be able to:apply state-of-the-art automatic speech recognition components; | solve the optimization problems underlying training, adaptation, and recognition using state-of-the-art automatic speech recognition components and underlying models; | and should have acquired soft skills like developing and testing ASR software in a cooperative environment. Competences: Based on the knowledge and skills acquired they should:have an overview of the state-of-the-art in automatic speech recognition; | be able to analyze the effect of the components of state-of-the-art automatic speech recognition systems; | be able to interpret the implementation of a speech recognition system; | be in a position to realize specific problems of automatic speech recognition.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine.
Literatur	Emphasis on signal processing and small-vocabulary recognition: L. Rabiner, B. H. Juang: Fundamentals of Speech Recognition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1993. | Emphasis on large vocabulary and language modelling: F. Jelinek: Statistical Methods for Speech Recognition. MIT Press, Cambridge, 1997. | Introduction to both speech and language: D. Jurafsky, J. H. Martin: Speech and Language Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2000. | Advanced topics: R. De Mori: Spoken Dialogues with Computers. Academic Press, London, 199.
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Hermann Ney
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung automatische Spracherkennung (121575002)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung automatische Spracherkennung (121575001)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung automatische Spracherkennung	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Approximation, Bild- und Datenanalyse (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113467
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2006
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	B-Spline-Bezier-Darstellungen, rekursive Auswertungsalgorithmen, Unterteilungstechniken, Quasi-Interpolation, Pade-Approximation, Fourierreihen, schnelle Fourier-Transformation, schnelle Wavelet Transformation, Funktionenräume, Approximationsschranken
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen die wichtigen Konzepte wie Splineapproximation, Bezier-Darstellungen von Polynomen, dünne Gitter, rationale Approximation, Reihenentwicklungen, Waveletentwicklungen sowie prozeduale Methoden wie Unterteilungsalgorithmen kennen lernen; die analytischen Grundlagen zum sachgemäßen Einsatz entsprechender Varianten erwerben. Dies schließt ins-besondere die Fähigkeit ein, Konvergenz- und Fehlerbetrachtungen durchführen zu können, die dabei relevanten Stabilitätsbegriffe zu verstehen sowie Prinzipien der nichtlinearen Approximation in ihrer Wirkungsweise einschätzen zu können. Sie sollen die wichtigsten modernen Techniken zur numerischen Umsetzung der Methoden beherrschen und die Fähigkeit zum flexiblen Umgang mit diesen Konzepten in mindestens einem der erwähnten Anwendungszusammenhänge erwerben.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	Skript, vorlesungsbegleitend ergänzende Literatur
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Siegfried Müller
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Approximation, Bild- und Datenanalyse (111346702)	1. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Approximation, Bild- und Datenanalyse (111346701)	1. Semester	1. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Approximation, Bild- und Datenanalyse	1. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Numerische Analysis IV (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113455
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2007
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Finite Differenzen Verfahren für partielle Differentialgleichungen, Krylovraummethoden, Optimierung und Kontrolltheorie
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen die Klassifizierung partieller Differentialgleichungen durchdringen und ein sicheres Verständnis für die damit verbundenen physikalischen Prozesse entwickeln, Verständnis für grundlegende Prinzipien bei der Diskretisierung von partiellen Differentialgleichungen und bei der Optimierung entwickeln, grundlegende numerische Methoden in ihrer Funktionsweise vertieft verstehen, Grundtechniken wie Finite-Differenzen Verfahren, iterative Lösungsverfahren und Optimierungsmethoden sicher beherrschen und die Fähigkeit zum aktiven Umgang mit den Gegenständen der Lehrveranstaltung erwerben und Verständnis für die angemessenen Stabilitätsbegriffe entwickeln.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Bestandene Module Analysis I, II, Numerische Analysis I, II sowie Kenntnisse des Moduls Numerische Analysis III
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse des Moduls Numerische Analysis III
Literatur	J. Strikwerda, Finite difference schemes and partial differential equations, Wadsworth 1989; W. Hackbusch, Theorie und Numerik elliptischer Differentialgleichungen, Teubner 1986; P. Knabner, L. Angermann, Numerik partieller Differentialgleichungen, Springer 2000; J. Nocedal, S. Wright, Numerical Optimization, Springer; P. Pedregal, Introduction to optimization, Springer 2004
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Sebastian Noelle Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Arnold Reusken
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Numerische Analysis IV (111345502)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Numerische Analysis IV (111345501)	2. Semester	1. Semester	9	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Numerische Analysis IV	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Iterative Löser (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113473
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	-
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Krylov-Teilraumverfahren, Vorkonditionierungstechniken, Mehrgitterverfahren, Gebietszerlegungstechniken, Parallelisierung iterativer Verfahren, Konvergenzanalyse iterativer Löser
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen Verständnis für grundlegende Prinzipien, wie Konvergenz, Konvergenzgeschwindigkeit, Effizienz und Parallelisierung bei iterativen Lösern für diskretisierte partielle Differentialgleichungen entwickeln, die Fähigkeit vertiefen, grundlegende iterative Lösungsverfahren für diskretisierte partielle Differentialgleichungen in ihrer Funktionsweise zu verstehen, die durch sie erreichbaren Ergebnisse einzuschätzen und darauf aufbauend in flexibler Anpassung an neue Aufgabenstellungen die Methoden weiter zu entwickeln, grundlegende Techniken zur numerischen Umsetzung der Methoden beherrschen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse des Moduls Numerische Analysis IV
Literatur	A. Reusken: Iterative methods for solving elliptic boundary value problems (Skript); D. Braess: Finite elements. Theory, fast solvers, and applications in solid mechanics (Cambridge) ; W. Hackbusch: Multigrid methods and applications (Springer)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Arnold Reusken
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Iterative Löser (111347302)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Iterative Löser (111347301)	2. Semester	1. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Iterative Löser	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Mehrgitterverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113441
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Iterative Löser für diskretisierte partielle Differentialgleichungen • Vorkonditionierungstechniken • Mehrgitterverfahren • Konvergenzanalyse iterativer Löser
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studierenden sollen Verständnis für grundlegende Prinzipien, wie Konvergenz, Konvergenzgeschwindigkeit und Effizienz bei iterativen Lösern für diskretisierte partielle Differentialgleichungen entwickeln. • Die Studierenden sollen die Klasse der Mehrgitterverfahren kennenlernen und die wesentlichen Eigenschaften dieser Verfahren verstehen. • Die Studierenden sollen grundlegende Theorie zur Konvergenzanalyse der Mehrgitterverfahren beherrschen. Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Elementare Kenntnisse zu Diskretisierngsverfahren für partielle Differentialgleichungen
(empfohlene) Voraussetzungen	• Elementare Kenntnisse zu Diskretisierngsverfahren für partielle Differentialgleichungen
Literatur	• Reusken (Skript) • D. Braess (Buch), Springer • W. Heckbusch (Buch), Springer
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine maximal 45-minütige mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher MathematikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Arnold Reusken
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	45
Gesamtstunden (h)	150,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Mehrgitterverfahren (111344102)	1. Semester	1. Semester	0	1
Prüfung Mehrgitterverfahren (111344101)	1. Semester	1. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mehrgitterverfahren	1. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Isogeometric Analysis (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011678
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Grundlagen der isogeometrischen Analyse (IGA), insbesondere in Vergleich mit der klassischen Finite-Elemente-Methode • Verfeinerungsstrategien innerhalb der IGA • Anwendung auf strukturmechanische Probleme, Wärmeleitung und Strömungsmechanik • Vergleich zu "NURBS Enchanced Finite Elements", einem zu IGA verwandten Verfahren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Verständnis der grundlegenden Vorgehensweisen bei der Modellierung in CAD-Systemen und bei der klassischen Finite-Elemente-Simulation; Verknüpfung dieser beiden Ansätze zur isogeometrischen Analyse und ihre Anwendung auf verschiedene Problemklassen (Strukturmechanik, Wärmeleitung und CFD) unter Berücksichtigung der Vor- und Nachteile. Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundlagen in numerischen Methoden " Programmierung in Matlab, Octave o.ä.
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen in numerischen Methoden • Programmierung in Matlab, Octave o.ä.
Literatur	• J. A. Cottrell, T. Hughes, Y. Bazilevs: Isogeometric Analysis - Toward Integration of CAD and FEA, Wiley, 2009 • Sevilla, R; Fernandez-Mendez, S. and Huerta A.: 3D NURBS-Enchanced Finite Element Method (NEFEM), International Journal for Numerical Methods in Engineering, 88 (2), 103-125, 2011
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung und Hausaufgaben. Die Endnote ergibt sich zu aus der mündlichen Prüfung plus Bonuspunkteregelung für Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Marek Behr Ph. D.
ECTS Credits	6

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Isogeometric Analysis (401167801)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Isogeometric Analysis	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Computational Modeling of Membranes and Shells (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011674
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Allg. math. Grundlagen 2. Grundlagen der Differentialgeometrie 3. Kurze Zusammenf. der Kontinuumsmechanik 4. Membrankinematik unter Berücksichtigung großer Verformungen 5. Konstitutivgesetze für Membrane 6. Membrangleichgewicht in starker & schwacher Form 7. Zusammenf. Isogeometrischer Finite Elemente Methoden 8. Numerische Diskretisierungsverfahren für Membrane 9. Erweiterung der Theorie auf Schalen 10. Rotationsfreie Diskretisierungsverf. für Kirchhoff-Love Schalen 11. Praktische Umsetzung von 8. & 10.
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen und Verstehen:** Die Studierenden können die Elemente numerischer Modelle für Membrane und Schalen benennen und deren mathematisch-physikalischen Ursprung begründen. Die Studierenden können daraus die besprochenen numerischen Diskretisierungverfahren herleiten. **Fertigkeiten und Kompetenzen:** Die Studierenden können die Membran- und Schalenformulierung auf andere Konstitutivgesetze übertragen, sowie diese Formulierungen in existierende Softwareprogramme implementieren. Sie können die numerischen Ergebnisse solcher Programme hinsichtlich Ihrer Genauigkeit bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen Kontinuumsmechanik; Grundlagen der Finite Element Methode
(empfohlene) Voraussetzungen	**Empfohlene Voraussetzungen** • Kontinuumsmechanik • Grudlagen der Finite Element Methode
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 100 % aus der Note der mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündliche Prüfung Computational Modeling of Membranes and Shells (401167401)	2. Semester	1. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Computational Modeling of Membranes and Shells	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Computational Modeling of Membranes and Shells	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Molecular Mechanics and Multiscale Modelling of Materials (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011511
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Lectures: Introduction to multi-scale modelling Molecular dynamics - Theoretical background of molecular dynamics - Force-probe molecular dynamics simulations - Compute mechanical properties at molecular level Phase field modelling (finite element modelling) - Theoretical background - Reproduce molecular mechanical properties - Validations Multi-scale modelling - Scale bridging - Bottom-up approach - Applications, e.g., spider silk, nacre Exercises: - Molecular dynamics simulations - Force-probe molecular dynamics simulations - Compute mechanical properties at molecular level, e.g., Young's modulus - Finite element simulations based on force-probe molecular dynamics simulations - Validations - Analysis of multi-phasic materials
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Molecular Mechanics and Multi-scale Modelling The need for multi-scale modelling comes usually from the fact that the available macro-scale models are not accurate enough, and the micro-scale models are not efficient enough and/or offer too much information. By combining both viewpoints, one hopes to arrive at a reasonable compromise between accuracy and efficiency. Multiscale models allow us to formulate models that couple together models at different scales. Overall goal: Students are able to bridge the wide range of time and length scales of methods that are inherent in a number of essential phenomena and processes in materials science and engineering. After successfully completing this course, the students will have acquired the following learning outcomes: Knowledge / Understanding - understand the theoretical background of both methods, molecular dynamics and continuum mechanics - are able to compute mechanical properties at molecular level - reproduce molecular material behaviour at macroscopic level - perform multi-scale modelling of hierarchical bio-materials - modelling of fracture at atomistic scale Fertigkeiten und Kompetenzen: Abilities / Skills: - able to deal with molecular dynamics simulations at nano-scale level - perform FEM simulations at macro-scale by using nano-scale mechanical properties - able to perform bottom-up approach in efficient way - knowledge of fracture at nano-scale as well as macro-scale Competence:

	- able to deal with interdisciplinary field problems, e. g., nano-scale MD simulations and macro-scale FEM simulations - use the knowledge to explore naturally available hierarchical materials, which outperform artificial materials in terms of mechanical properties - apply contents of the lecture to natural as well as artificial materials
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	It is advantageous to be familiar with the foundations of continuum mechanics
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Kontinuumsmechanik (Continuum Mechanics)
Literatur	Rapaport, D. C. The art of molecular dynamics simulation Cambridge University Press, 2004 Frenkel, D. &; Smit., B. Understanding molecular simulation: from algorithms to applications Computational science. Academic Press, 2002 Haupt, P. Continuum Mechanics and Theory of Materials Springer-Verlag, Berlin, 2000 Empfohlene weiterführende Literatur: Allen, M. P. &; Tildesley, D. J. Computer simulation of liquids Clarendon Press, Oxford, 1987 Chadwick, P. Continuum mechanics: Concise theory and problems Courier Dover Publications, 1999
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche oder mündliche Prüfung (abhängig von der Teilnehmerzahl)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Molecular Mechanics and Multiscale Modelling (401151101)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Molecular Mechanics and Multi-scale Modelling	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Molecular Mechanics and Multi-scale Modelling	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Computational and Statistical Inverse Problems (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113494
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Examples of inverse problems (Radon transform, diffusion equation) Tikhonov regularization Truncated SVD Introduction to Bayesian sytatistics Classical refularization in the Bayesian framework Computational methods
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and comprehension of different methods for regularization of inverse problems, both from a functional analysis as well as from a statistical point of view. Ability to evaluate different techniques, ability to apply these methods to practical problems
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzung: Bestandene Module Mathematische Grundlagen I-IV, Partielle Differentialgleichungen, Einführung in die angewandte Stochastik
(empfohlene) Voraussetzungen	Bestandenes Modul Funktionalanalysis
Literatur	Mueller, Siltanen: Linear and Nonlinear Inverse problems with Practical Applications, SIAM, 2012 Kaipio, Somersalo: Statistical and Computational Inverse Problems, Springer-Verlag, 2005.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung;Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr. M. Bachmayr
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfungsleistung: Computational and Statistical Inverse Problems (111349401)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/ Übung Computational and Statistical Inverse Problems	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Einführung in hyperbolische Erhaltungssätze (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113005
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Lineare Transportgleichung; Skalare Erhaltungssätze; Charakteristiken; Entstehung von Schocks; Schwache Lösung; Rankine-Hugoniot Bedingung; Entropie-Bedingung; Eindeutigkeit; Riemann-Problem; Godunov-Verfahren; CFL-Bedingung. Lineare hyperbolische Systeme. Massen- und Impuls-Erhaltungssätze der Strömungsmechanik. Implementierung von Finite-Volumen Verfahren und numerische Simulation.
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen am Beispiel skalarer partieller Differentialgleichungen lineare und nichtlineare Transportphänomene wie das Brechen von Wellen kennenlernen. Sie sollen den Begriff der schwachen Lösung und die Rankine-Hugoniot Bedingung verstehen. Für nicht-eindeutige Lösungen sollen sie mittels Entropiebedingungen die physikalisch korrekte Lösung auswählen können. Sie sollen ein erstes numerisches Verfahren in Erhaltungsform sowie die CFL-Bedingung herleiten können. Sie sollen lernen, die Erhaltungssätze der Kontinuums-Mechanik aus Transportsätzen und dem Newtonschen Kraftgesetz herzuleiten. Integraler Bestandteil der Übungen ist die gemeinsame Implementierung von Finite-Volumen Verfahren für skalare Gleichungen und einfachen Strömungsmodellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzung: Differential and integral calculus, including Gauss integral theorem
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse aus Gewöhnliche Differentialgleichungen und begleitend Numerische Analysis III
Literatur	(a) Godlevski-Raviart (Ellipsis), (b) LeVeque (Birk-häuser), (c) Kröner (Wiley-Teubner), (d) Toro (Springer), (e) Chorin-Marsden. Lösen von 50% der Übungsaufgaben und Bestehen einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20-30 Minuten (je nach Wahl Deutsch oder Englisch)
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von 50% der Übungsaufgaben Bestehen einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20-30 Minuten (je nach Wahl Deutsch oder Englisch)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Sebastian Noelle
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	135,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in hyperbolische Erhaltungssätze (111300502)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Einführung in hyperbolische Erhaltungssätze (111300501)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in hyperbolische Erhaltungssätze	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Mathematische Modelle in atomistischen Simulationen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1114995
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	The student wlll study In depth a specific topic based on a research article or book chapter. The student will first passively understand the material and then actively present it in form of a presentation and a report. The research topics are in the context of mathematical models and simulation techniques for molecular simulations either for quantum, classical or statistical models.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	None
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Based on the oral presentation (50%) and the report (50%).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher MathematikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Benjamin Stamm
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Report Mathematische Modelle in atomistischen Simulationen (111499502)	2. Semester	1. Semester	1.5	0
Oral Presentation Mathematische Modelle in atomistischen Simulationen (111499501)	2. Semester	1. Semester	1.5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Mathematische Modelle in atomistischen Simulationen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Mathematical Aspects in Computational Chemistry (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113574
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Sommersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Computational chemistry repeatedly uses mathematical concepts in the modelling and the following discretization of the models. We present some models of theoretical chemistry from a mathematical perspective. Topics include electro-static interaction of molecular systems, the passage from classical to quantum mechanics, an introduction to quantum mechanics and the Hartree-Fock model as well as its discretization.
Lernziele/Lernergebnisse	The aim of this class is to gain more insight of mathematical aspects in computational chemistry. The student should get familiar with some well-known concepts in theoretical chemistry and learn the mathematical aspects behind these concepts.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Mathematische Grundlagen I-IV, Partielle Differentialgleichungen Functional Analysis, Partial Equations and its common discretisation, Experience in quantum mechanics (useful but not mandatory)
(empfohlene) Voraussetzungen	None
Literatur	Teilweise: Cancès, E., Defranceschi, M., Kutzelnigg, W., Le Bris, C., &; Maday, Y. (2003). Computational quantum chemistry: a primer. In Handb. Numer. Anal., X (pp. 3– 270). Amsterdam: North-Holland. Chapters 1 and 2.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written or oral examination. Type and length of the exam will be announced in the beginning of the semester.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Benjamin Stamm
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung: Mathematical Aspects in Computational Chemistry (111357402)	1. Semester	2. Semester	0	1
Prüfungsleistung: Mathematical Aspects in Computational Chemistry (111357401)	1. Semester	2. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung: Mathematical aspects in computational chemistry	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Modellreduktionsverfahren I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1116018
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Grundlagen der Reduzierten Basis Methoden für elliptische und parabolische partielle Differentialgleichungen: Approximation, A Posteriori Fehlerschätzer, Offline/Online Zerlegung, Sampling Verfahren, Anwendungsbeispiele aus dem Bereich Ingenieur- und Naturwissenschaften
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen die Reduzierten Basis Methode, ein Modellreduktionsverfahren für hochdimensionale Systeme, kennenlernen. Sie sollen die theoretischen Grundlagen und Funktionsweisen des Verfahrens für einfache Problemklassen verstehen, und ihre Anwendbarkeit auf ingenieurs- und naturwissenschaftliche Probleme einschätzen können.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Kenntnisse Numerische Analysis III, IV Notwendige Voraussetzungen: Das Lösen von Übungsaufgaben ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse Numerische Analysis III, IV
Literatur	-
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Martin Grepl Universitätsprofessorin Karen Veroy-Grepl Ph. D.
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung: Modellreduktionsverfahren I (111601802)	1. Semester	1. Semester	0	1
Prüfungsleistung: Modellreduktionsverfahren I (111601801)	1. Semester	1. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung: Modellreduktionsverfahren I	1. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Modellreduktionsverfahren II (Wahlpflichtfach)
Kennung	1116019
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Reduzierte Basis Methoden für Sattelpunkt-Probleme (Stokes) und nichtlineare Probleme. Empirical Interpolation Method, Proper Orthogonal Decomposition, Balanced Truncation Method, Anwendung der Verfahren in Optimierung und optimaler Regelung, Anwendungsbeispiele aus dem Bereich Ingenieur- und Naturwissenschaften.
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen sowohl ihre Kenntnisse über die Reduzierten BasisMethode vertiefen als auch weitere Modellreduktionsverfahren für hochdimensionale Systeme kennenlernen. Sie sollen sollen die theoretischen Grundlagen und Funktionsweisen der Verfahren für komplexere (nichtlineare) verstehen, und ihre Anwendbarkeit auf ingenieurs- und naturwissenschaftliche Probleme einschätzen können. Sie sollen die Grundlage erwerben, zu aktuellen Forschungsthemen in diesem Bereich neue Beiträge leisten zu können.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Kenntnisse Numerische Analysis III, IV Notwendige Voraussetzungen: Das Lösen von Übungsaufgaben ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse Numerische Analysis III, IV
Literatur	-
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Martin Grepl Universitätsprofessorin Karen Veroy-Grepl Ph. D.
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung: Modellreduktionsverfahren II (111601902)	1. Semester	1. Semester	0	1
Prüfungsleistung: Modellreduktionsverfahren II (111601901)	1. Semester	1. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung: Modellreduktionsverfahren II	1. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Fast Algorithms for Boundary Integral Equations (Wahlpflichtfach)
Kennung	4020494
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Sommersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The main objective of this class is twofold: on one hand we establish a connection between boundary value problems and boundary integral equations; on the other, we study discretization techniques for boundary integral operators. We shall restrict our attention to the (positive-definite) Laplace operator and the (indefinite) Helmholtz operator; we introduce Green's function and the single and double layer potentials, and show how those analytical tools can be employed to represent solutions of boundary value problems. We discuss classical discretization techniques, such as the Nystrom method and the Fast Multiple Method (FMM); we conclude by dlscussing some recent developments such as hierarchical matrices and sweeping preconditioners. This is intended as a class that touches on the forefront of research.
Lernziele/Lernergebnisse	Establish a connection between partial differential equations and integral equations; understand properties of integral operators; develop suitable discretization techniques. Green's function for Laplace and Helmholtz operator; Fredholm operator of first and second kind; Fast Multipole Method; Hierarchical rnatrices; Sweeping preconditioner.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Recommended Requirements: Foundations of Lebesgue's theory of integratlon; con-cepts of functlonal analysis; basic knowledge of Matlab
(empfohlene) Voraussetzungen	Foundations of Lebesgue's theory of integratlon; concepts of functlonal analysis; basic knowiedge of Matlab
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	-
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr. Paolo Gatto
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fast Algorithms for Boundary Integral Equations (402049401)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fast Algorithms for Boundary Integral Equations	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3
Übung Fast Algorithms for Boundary Integral Equations	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Multiscale Techniques (Wahlpflichtfach)
Kennung	1121391
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Selected topics of homogenization theory, multiscale algoithms, heterogeneoues mul-tiscale methods, variational multiscale methods, multiphysics.
Lernziele/Lernergebnisse	In practice, there frequently exist problems that comprise a wide range of scales, e.g., differential equations with strongly oscillating coefficients or rough boundaries. The nu-merical soulutions of such problems requires a very high spatial and/or temporal resolu-tion and, thus, a prohibitively high computational cost. The students are to gain insight into methods how to derive effective coarse scale methods modelling the influence of unresolved fine scales.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	None
Literatur	Current Literature
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Requirement: Homework Examination: Pass a graded written or oral examination
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Siegfried Müller
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	90 - 120 min
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Multiscale Techniques (Tutorial) (112139101)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Multiscale Techniques (Exam) (112139102)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Multiscale Techniques (Lecture)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	4

Modultitel	Finite Element and Volume Methods (Wahlpflichtfach)
Kennung	1121392
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Selected topics of finite element methods for elliptic and parabolic differential equations: stability, weak and mixed formulations, saddle point problems, non-conforming discreti-zations. Finite volume methods for hyperbolic conservation laws: shocks, weak solutions, entro-py concepts. Conservative schemes, TVD schemes, approximate Riemann solvers, discrete entropy conditions, convergence.
Lernziele/Lernergebnisse	The students are to gain a basic understanding of regularity and stability properties of partial differential equations and acquire the most important discretization concepts and their algorithmic implementation. They are to familiarize with important techniques of stability analysis, error control and adaptive refinement strategies, as well as gain basic knowlegde that will enable them to provide new results in the context of current re-search topics.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Knowledge of Numerical Analysis IV und Partial Differential Equations I
Literatur	D. Braess, Finite elements. Theory, fast solvers, and applications in solid mechanics, Springer 1997; S. Brenner, L. Scott, The mathematical theory of finite element methods, Springer 2002; R. LeVeque, Finite volume methods for hyperbolic problems, Cambridge 2002; D. Kröner, Numerical schemes for conservation laws, Wiley-Teubner 1997
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Requirement: Homework Examination: Pass a graded written or oral examination
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Professor Dr. rer. nat. Siegfried Müller
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	90-120 min
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Finite Element and Volume Methods (Tutorial) (112139201)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Finite Element and Volume Methods (Exam) (112139202)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Finite Element and Volume Methods (Lecture)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	4

Modultitel	Multiscale Techniques I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1118163
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Homogenization techniques • Multiscale Algorithms • Multiphysics
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and understanding: Specifically, students know several methods to deal with multiscale problems. Furthermore, students are able to describe the basics of several solution methods (homogenization method, heterogeneous multiscale method, variational multiscale method). Skills and competences: Students are able to apply multiscale techniques to solve engineering problems exhibiting multiscale effects that cannot be resolved but have to be modelled. They can name the advantages and disadvantages of each method. Students can judge whether specific methods are applicable to the specific problem and discuss their results with specialists and colleagues. Finally, students are able to implement the above methods in computer codes. Other (optional): • project management by programming taks • team work by written exercises • discussion of solutions in tutorial class
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Mathematische Grundlagen I-IV, Partielle Differentialgleichungen oder vergleichbare Kenntnisse
Literatur	A. Bensoussan, J.L. Lions, G. Papanicolaou, “Asymptotic analysis for periodic structures”, North-Holland, Amsterdam, 1978; L. Tartar, “The general theory of homogenization. A personalized introduction”, Lecture Notes of the Unione Matematica Italiana, 7. Springer-Verlag, Berlin; UMI, Bologna, 2009.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Mündliche Prüfung, Benotung: benotet, Gewichtung: 100 %
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Siegfried Müller
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Multiscale Techniques I (111816301)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Multiscale Techniques I	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Multiscale Techniques I	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Multiscale Techniques II (Wahlpflichtfach)
Kennung	1118165
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Multiscale Algorithms • Heterogeneous Multiscale Method • Variational Multiscale Method • Multiphysics
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and understanding: Specifically, students know several methods to deal with multiscale problems. Furthermore, students are able to describe the basics of several solution methods (homogenization method, heterogeneous multiscale method, variational multiscale method). Skills and competencies: Students are able to apply multiscale techniques to solve engineering problems exhibiting multiscale effects that cannot be resolved but have to be modelled. They can name the advantages and disadvantages of each method. Students can judge whether specific methods are applicable to the specific problem and discuss their results with specialists and colleagues. Finally, students are able to implement the above methods in computer codes. Other (optional): • project management by programming taks • team work by written exercises • discussion of solutions in tutorial class
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Zulassungsvoraussetzung zur Teilnahme an den Lehrveranstaltungen: keine; empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Grundlagen I-IV, Partielle Differentialgleichungen oder vergleichbare Kenntnisse; Zulassungsvoraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: keine
Literatur	Veranstaltungsliteratur: W. E, B. Engquist, X. Li, W. Ren, Heterogeneous multiscale methods: A review, Commun. Comput. Phys, 2007; T.J.R. Hughes, G. Scovazzi, L.P. Franca, Multiscale and Stabilized Methods, ENCYCLOPEDIA OF COMPUTATIONAL MECHANICS, 2004;
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Mündliche Prüfung, Benotung: benotet, Gewichtung: 100 %
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Siegfried Müller
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Multiscale Techniques II (111816501)	3. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Multiscale Techniques II	3. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Vorlesung Multiscale Techniques II	3. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Finite Element and Volume Methods I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1118272
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Selected topics of finite element methods for elliptic and parabolic differential equations: stability, weak and mixed formulations, saddle point problems, non-conforming discretizations. Selected topics of finite volume methods for hyperbolic conservation laws: shocks, weak solutions, entropy concept, conservative schemes, TVD schemes, approximate Riemann solvers, discrete entropy conditions, convergence.
Lernziele/Lernergebnisse	In this lecture the students are to gain (i) a basuc understanding of regularity and stability properties of partial differential equations and (ii) acquire the most important discretization concepts and their algorithmic implementation. They are to familiarize with important techniques of stability analysis, error control and adaptive refinement strategies. Finally they are to gain basic knowlegdes that will enable them to provide new results in the context of advanced research topics.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	None
Literatur	Current Literature
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Homework Written or Oral Examination
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Prof. Dr. rer. nat. Siegfried Müller
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Finite Element and Volume Methods I (111827201)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0
Exercise Finite Element and Volume Methods I (111827202)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Finite Element and Volume Methods I	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Finite Element and Volume Methods II (Wahlpflichtfach)
Kennung	1118273
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Selected topics of finite element methods for elliptic and parabolic differential equations: stability, weak and mixed formulations, saddle point problems, non-conforming discretizations. Selected topics of finite volume methods for hyperbolic conservation laws: shocks, weak solutions, entropy concept, conservative schemes, TVD schemes, approximate Riemann solvers, discrete entropy conditions, convergence.
Lernziele/Lernergebnisse	In this lecture the students are to gain (i) a basuc understanding of regularity and stability properties of partial differential equations and (ii) acquire the most important discretization concepts and their algorithmic implementation. They are to familiarize with important techniques of stability analysis, error control and adaptive refinement strategies. Finally they are to gain basic knowlegdes that will enable them to provide new results in the context of advanced research topics.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	None
Literatur	Current Literature
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Homework Written or Oral Examination
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Prof. Dr. rer. nat. Siegfried Müller
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Finite Element and Volume Methods II (111827301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0
Exercise Finite Element and Volume Methods II (111827302)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	1

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Finite Element and Volume Methods II	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Numerical methods for Stochastic Differential Equations with connections to Machine Learning (Wahlpflichtfach)
Kennung	1121357
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	- Wiener stochastic process - Ito integrals and Ito Stochastic Differential Equations (SDEs) - Connections to Stratonovich integrals and SDEs - Ito's formula - Monte Carlo method for weak approximation of Ito SDEs: Statistical error analysis - Variance reduction techniques (antithetic variables, control variates and the multilevel Monte Carlo method, importance sampling) - Connections between Ito SDEs and linear Partial Differential Equations (PDEs): the Kolmogorov backward equation, the Kolmogorov forward (Fokker– Planck) equation and the Feynman–Kac representation. - Time discretization approximation error in SDEs, error control and adaptivity. - Stochastic Optimal Control and the Hamilton Jacobi Bellman PDE. - Connections between Stochastic optimization, Machine Learning and SDEs Other topics that may be addressed if time allows, possibly via final course projects: Calibration and Inference for SDEs. Data Assimilation with SDEs.
Lernziele/Lernergebnisse	The goal of this course is to give basic knowledge of the treatment of stochastic differential equations and their numerical solution, useful for scientific and engineering modeling, guided by some problems in applications in financial mathematics, material science, geophysical flow problems, crowd flows, stochastic optimal control theory, machine learning and Monte Carlo methods. We will discuss basic questions for solving stochastic differential equations, e.g., to approximate the price of an option is it more efficient to solve the deterministic Black– and Scholes partial differential equation or use a Monte Carlo method based on a stochastic representation? The course treats the basic theory of stochastic differential equations including weak and strong approximation, efficient numerical methods and error estimates, the relation between stochastic differential equations and partial differential equations, stochastic partial differential equations, variance reduction and the Multilevel Monte Carlo method, etc. It also addresses Optimal control for ODEs and SDEs and its connections to the Hamilton–-Jacobi–Bellman nonlinear PDE. Finally, the course revisits stochastic gradient descent methods interpreting them in terms of SDE discretizations. By the end of the course, the student must be able to: formulate basic properties of the Wiener process define the Ito integral apply Ito's formula for stochastic differentials discretize a given SDE and check resulting approximation properties implement the Monte Carlo and Multilevel Monte Carlo methods for discretizations of SDEs apply variance reduction techniques, including the Multilevel Monte Carlo method state Kolmogorov's backward and forward equations for a given SDE control the discretization errors arising in a Monte Carlo method for the weak approximation of SDEs formulate and discretize Optimal control problems for ODEs and SDEs formulate machine learning problems and their corresponding stochastic gradient descent methods, interpreting them in terms of SDE discretizations.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwenidge Voraussetzungen: Prerequisite for exam participation: Solving of tutorial exercises

(empfohlene) Voraussetzungen	None
Literatur	Literature will be given in the lecture
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Prerequisite for exam participation: Solving of tutorial exercises The grading consists of three parts: homework problems, oral presentations and a written exam will be announced at the beginning of the course
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Raul Tempone
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	90-120 min
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Tutorial: Numerical methods for Stochastic Differential Equations with connections to Machine Learning (112135702)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Assessment: Numerical methods for Stochastic Differential Equations with connections to Machine Learning (112135701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	9	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Numerical methods for Stochastic Differential Equations with connections to Machine Learning	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	4

Modultitel	Optimierung A (Wahlpflichtfach)
Kennung	1111033
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	-
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Optimalitätskriterien für Probleme mit und ohne Nebenbedingungen, Satz von Karush-Kuhn-Tucker, Parametrische und semi-infinite Optimierung, Konvexität, Dualität, Trennungssätze, lineare Ungleichungssysteme, Constraint Qualifications, Lineare Optimierung, Simplex-Verfahren, Ellipsoid-Algorithmus von Khachyan, Karmarkar-Algorithmus. Gradienten- und Newton Verfahren, SQP-Verfahren, Konjugierte Richtungen, DFP- und BFGS-Verfahren, Nichtglatte Optimierung, Bündelmethoden, Innere-Punkte Methoden, Homotopieverfahren, Einführung in die Morse Theorie
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse in der lokalen und globalen Analyse von (nicht) linearen Optimierungsproblemen, Kenntnis moderner Methoden zur Lösung von (nicht) linearen Optimierungsproblemen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	H.Th. Jongen, P. Jonker, F. Twilt: Nonlinear Optimization in Finite Dimensions, Kluwer Verlag (2000); H.Th. Jongen, K. Meer, E. Triesch: Optimization Theory, Kluwer Verlag (2004)
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung (benotet); Prüfungsdauer und –art werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr. rer. nat. Harald Günzel
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Optimierung A (111103302)	1. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Optimierung A (111103301)	1. Semester	1. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Optimierung A	1. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Optimierung B (Wahlpflichtfach)
Kennung	1112717
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	-
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Graphentheoretische Probleme, Flüsse in Netzwerken, ganzzahlige lineare Optimierung, Komplexitätstheorie (die Klassen P und NP, NP-vollständige Probleme), Approximationsalgorithmen, probabilistische Analyse
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnis der wichtigsten algorithmischen Methoden und Struktursätze der Diskreten Optimierung, Fähigkeit zur komplexitätstheoretischen Einordnung der Optimierungsprobleme
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine ;
Literatur	H.Th. Jongen, K. Meer, E. Triesch: Optimization Theory, Kluwer Verlag (2004); B. Korte, J. Vygen: Combinatorial Optimization, Springer (2002); A. Schrijver: Combinatorial Optimization, Springer (2003)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung (benotet); Prüfungsdauer und -art werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Büsing/Koster
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Optimierung B (111271702)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Prüfungsleistung: Optimierung B (111271701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Optimierung B	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	4

Modultitel	Partielle Differentialgleichungen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1114965
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Übergreifende Inhaltsübersicht: Variationsformulierung für elliptische Probleme 2. Galerkin Technik, Lax-Milgram 3. Finite-Elemente-Verfahren für elliptische Probleme 4. Moderne iterative Verfahren: PCG, Mehrgittermethode 5. Methode der Linien für parabolische Probleme 6. Finite-Volumen-Methode 7. Sattelpunktprobleme: Stokes-Gleichungen 8. Navier-Stokes-Gleichung (inkompressibel)
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen • Verständnis für grundlegende Prinzipien bei der Diskretisierung von partiellen Differentialgleichungen entwickeln. • die Fähigkeit vertiefen, grundlegende numerische Methoden zur Lösung partieller Differentialgleichungen in ihrer Funktionsweise zu verstehen, die durch sie erreichbaren Ergebnisse einzuschätzen und darauf aufbauend in flexibler Anpassung an neue Aufgabenstellungen die Methode weiter zu entwickeln. • Diskretisierungstechniken wie Finite Elemente und Finite Volumenverfahren sicher beherrschen. • Grundtechniken aus dem Bereich iterativer Lösungsverfahren für diskretisierte partielle Differentialgleichungen sicher beherrschen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Bestandene Module Analysis I, II, III, Lineare Algebra I Eine
(empfohlene) Voraussetzungen	(Kenntnisse) Mathematische Grundlagen IV
Literatur	• Knabner, Angermann, Numerik partieller Differentialgleichungen(Springer 2000) • Elman, Silvester, Wathen, Finite Elements and Fast Iterative Solvers (Oxford University Press, 2005).
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher MathematikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Martin FrankUniversitätsprofessor Dr.techn. Joachim Schöberl
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Partielle Differentialgleichungen (111496502)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Partielle Differentialgleichungen (111496501)	2. Semester	1. Semester	9	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Partielle Differentialgleichungen	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Partielle Differentialgleichungen II (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113633
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Evolutionsgleichungen: Spezielle Gleichungen, Maximum-Prinzipien, schwache Formulierung, Existenztheorie, Regularität, Nichtlineare Gleichungen, Qualitative Theorie
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen Techniken der Analysis I - III und der Partiellen Differentialgleichungen I in einem Kerngebiet der modernen Mathematik anwenden. Es wird die Fähigkeit vermittelt, sich eigenständig in einen Themenbereich der aktuellen Forschung einzuarbeiten. Die Studierenden sollen die zentrale Rolle der Partiellen Differentialgleichungen in Natur- und Ingenieurwissenschaften kennen lernen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Bestandene Module Analysis I, II, III, Lineare Algebra I sowie Kenntnisse des Moduls Partielle Differentialgleichungen
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundkenntnisse des Moduls Partielle Differentialgleichungen I
Literatur	L.C. Evans: Partial Differential Equations, AMS 1998; M. Renardy, R. Rogers: An Introduction to Partial Differential Equations, Springer-Verlag 2004; E. Di Benedetto: Partial Differential Equations, Birkhäuser 1995; D. Henry: Geometric Theory of Semilinear Parabolic Equations, Springer-Verlag 1981; J. Smoller: Stock Waves and Reaction Diffusion Equations, Springer-Verlag 1983; G.R. Sell, Y. You: Dynamics of Evolutionary Equations, Springer-Verlag 2002
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Christof Erich Melcher Dr. rer. nat. Alfred Wagner
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0

Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Partielle Differentialgleichungen II (111363302)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Partielle Differentialgleichungen II (111363301)	1. Semester	2. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Partielle Differentialgleichungen II	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Variationsrechnung I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113554
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2006
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Euler-Lagrange-Gleichungen, eindimensionaler Variationsintegrale, Sobolev-Funktionen auf beschränkten Gebieten, Dirichlet-Prinzip, Kompaktheitskriterien, Unterhalbstetigkeit, Existenzsätze, Regularität schwacher Lösungen
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen in ein klassisches Teilgebiet der Mathematik eingeführt werden. Dazu werden Begriffe wie Minimum, Maximum und kritischer Punkt, die aus der Analysis I, II bekannt sind, erweitert und klassische eindimensionale Minimierungsaufgaben vorgestellt. Die Studierenden sollen befähigt werden, eigenständig Minimierungsprobleme zu formulieren und zu bearbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Bestandene Module Analysis I, II, III
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	G. Buttazzo, M. Giaquinta, S. Hildebrandt: One Dimensional Variational Problems, Oxford University Press 1988; U. Brechtken-Manderscheid: Einführung in die Variationsrechnung, Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1983; W. Rudin: Reelle und Komplexe Analysis, Oldenbourg Verlag 1999;
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Christof Erich Melcher Dr. rer. nat. Alfred Wagner
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0

Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Variationsrechnung I (111355402)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Variationsrechnung I (111355401)	1. Semester	2. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Variationsrechnung I	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Variationsrechnung II (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113649
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Euler-Lagrange-Gleichungen eindimensionaler Variationsintegrale, Sobolev-Funktionen auf beschränkten Gebieten, Dirichlet-Prinzip, Kompaktheitskriterien, Unterhalb-stetigkeit, Existenzsätze, Regularität schwacher Lösungen
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen aufbauend auf der Variationsrechnung I in die mehrdimensionale Variationsrechnung eingeführt werden. Viele Beispiele in der Physik und den Ingenieurwissenschaften lassen sich als Minimierungsprobleme formulieren. Es werden grundlegende Techniken für das Auffinden von Lösungen dieser Probleme vermittelt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundkenntnisse des Moduls Variationsrechnung I
Literatur	J. Jost, X. Li-Jost: Calculus of Variations, Cambridge University Press 1998; M. Giaquinta, S. Hildebrandt: Calculus of Variations I, II, Springer-Verlag Berlin 1996; C.B. Morrey: Multiple Integrals in the Calculus of Variations, Springer-Verlag New York 1966
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgabe Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr. rer. nat. Alfred Wagner
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Variationsrechnung II (111364902)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Variationsrechnung II (111364901)	2. Semester	1. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Variationsrechnung II	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Mathematische Modelle der Natur- und Ingenieurwissenschaften (PDEs) (Wahlpflichtfach)
Kennung	1114969
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Mathematische Grundlagen 2. Kinematik 3. Feldgleichungen 4. Festkörpermechanik 5. Thermodynamik 6. Strömungslehre 7. Kinetische Gastheorie 8. Elektrodynamik 9. Magnetohydrodynamik
Lernziele/Lernergebnisse	Technisch-physikalische Prozesse, die kontinuierlich in Raum und Zeit sind, werden mit partiellen Differentialgleichungen (PDEs) beschrieben. Ziel der Vorlesung ist es die Zusammenhänge der relevanten partiellen Differentialgleichungen der angewandten Mathematik aufzuzeigen und den Prozess der Modellierung vom physikalischen Konzept über die mathematischen Gleichungen bis zum konkreten Resultat zu beherrschen. Die Vorlesung präsentiert eine zusammenhängende mathematische Herleitung und Diskussion verschiedener partieller Differentialgleichungen als Modelle für technische und naturwissenschaftliche Prozesse.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Empfohlene Voraussetzungen: " Mathematische Grundlagen I-III " Erfahrung mit Matlab/Maple/Mathematica nützlich
(empfohlene) Voraussetzungen	(Kenntnisse) Mathematische Grundlagen I-III Erfahrung mit Matlab/Maple/Mathematica nützlich
Literatur	• teilweise: R. Temam, A. Miranville, Mathematical Modeling in Continuum Mechanics, Cambridge University Press, 2000
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung und Bearbeitung von Hausaufgaben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher MathematikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Martin FrankUniversitätsprofessor Dr. Manuel Torrilhon
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5

Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Mathematische Modelle der Natur- und Ingenieurwissenschaften (PDEs) (111496902)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	5
Prüfung Mathematische Modelle der Natur- und Ingenieurwissenschaften (PDEs) (111496901)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

Modultitel	Mathematische Modelle (ODEs) (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113517
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Gewöhnliche Differentialgleichungen (ODEs) bilden die Grundlagen von vielen zeitabhängigen Prozessen in den Natur- und Ingenieurwissenschaften. Anhand verschiedener Anwendungsbeispiele wird in der Vorlesung gezeigt wie sich die mathematischen Eigenschaften von ODEs in der Modellierung wiederfinden. Mögliche Themen sind: Multi-Skalen Relaxation, Populationsmodelle, Räuber-Beute-Interaktion, Chemische Reaktionen, Newton-Mechanik, Wärmeleitung, etc.
Lernziele/Lernergebnisse	Ziel der Vorlesung ist es die qualitativen Eigenschaften von Lösungen von ODEs in der angewandten Mathematik zu verstehen und den Prozess der Modellierung vom physikalischen Konzept über die mathematischen Gleichungen bis zum konkreten Resultat zu beherrschen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mathematische Grundlagen I-III " Erfahrung mit Matlab/Maple/Mathematica nützlich
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	teilweise: K.K.Tung, Topics in Mathematical Modeling, Princeton University Press, 2007
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Prüfungsleistung: Projektarbeit, mündliche Prüfung, Hausaufgaben; Prüfungsdauer wird am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Manuel Torrilhon
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Mathematische Modelle (ODEs) (111351702)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Prüfungsleistung: Mathematische Modelle (ODEs) (111351701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mathematische Modelle (ODEs)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Adaptive Methoden für partielle Differentialgleichungen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013869
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Rückblick: konforme Finite Elemente Methoden (FEM Discontinuous Galerkin Methodengemischte und hybride FEM FehlerschätzerGrundlagen adaptive Methodenh/p-adaptive MethodenZielorientierte Adaption mittels adjungierter Methodenanisotrope Adaptionmetrikbasiere Adaptionsmethoden
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden verstehen und beherrschen fortschrittliche, insbesondere adaptive, finite Elemente Methoden für partielle Differentialgleichungen. Sie verstehen die Besonderheiten die hierbei für unterschiedliche Gleichungstypen zu beachten sind. Die Studierenden verstehen analytische Ergebnisse zu adaptiven Methoden ebenso wie Methoden zur effizienten Implementierung. Fertigkeiten und Kompetenzen: Anhand der erworbenen Kenntnisse können die Studierenden für unterschiedliche Differentialgleichungen geeignete adaptive Methoden zur numerischen Behandlung auswählen. Studierende können Computerprogramme zur Implementierung der besprochenen Methoden erstellen. Sie können aus frei verfügbaren externen Programmbibliotheken jeweils nützliche Module zur Unterstützung der Implementierung auswählen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen der numerischen Behandlung von partiellen Differentialgleichungen (insbes. finite Elemente Methoden) z.B. "Numerical Methods for PDE" [MSSiSc-1004] oder "Partielle Differentialgleichungen" [BSCES-5212/11] Programmiererfahrung Literatur: Veranstaltungsliteratur
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen der numerischen Behandlung von partiellen Differentialgleichungen (insbes. finite Elemente Methoden) z.B. "Numerical Methods for PDE" oder "Partielle Differentialgleichungen" • Programmiererfahrung
Literatur	**Veranstaltungsliteratur:** Skripte zur Vorlesung und Übung zum Download **Empfohlene weiterführende Literatur:** C. Schwab: p- and hp- finite element methods, Clarendon, 1998
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Endnote ergibt sich aus: 50 % Prüfung, 40% Projektarbeit, 10% Vortrag
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Georg May Ph. D.
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Adaptive Methoden für partielle Differentialgleichungen (401386901)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Adaptive Methoden für partielle Differentialgleichungen	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Adaptive Methoden für partielle Differentialgleichungen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Isogeometric Analysis (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011678
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Grundlagen der isogeometrischen Analyse (IGA), insbesondere in Vergleich mit der klassischen Finite-Elemente-Methode • Verfeinerungsstrategien innerhalb der IGA • Anwendung auf strukturmechanische Probleme, Wärmeleitung und Strömungsmechanik • Vergleich zu "NURBS Enchanced Finite Elements", einem zu IGA verwandten Verfahren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Verständnis der grundlegenden Vorgehensweisen bei der Modellierung in CAD-Systemen und bei der klassischen Finite-Elemente-Simulation; Verknüpfung dieser beiden Ansätze zur isogeometrischen Analyse und ihre Anwendung auf verschiedene Problemklassen (Strukturmechanik, Wärmeleitung und CFD) unter Berücksichtigung der Vor- und Nachteile. Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundlagen in numerischen Methoden " Programmierung in Matlab, Octave o.ä.
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen in numerischen Methoden • Programmierung in Matlab, Octave o.ä.
Literatur	• J. A. Cottrell, T. Hughes, Y. Bazilevs: Isogeometric Analysis - Toward Integration of CAD and FEA, Wiley, 2009 • Sevilla, R; Fernandez-Mendez, S. and Huerta A.: 3D NURBS-Enchanced Finite Element Method (NEFEM), International Journal for Numerical Methods in Engineering, 88 (2), 103-125, 2011
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung und Hausaufgaben. Die Endnote ergibt sich zu aus der mündlichen Prüfung plus Bonuspunkteregelung für Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Marek Behr Ph. D.
ECTS Credits	6

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Isogeometric Analysis (401167801)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Isogeometric Analysis	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Mehrgitterverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113441
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Iterative Löser für diskretisierte partielle Differentialgleichungen • Vorkonditionierungstechniken • Mehrgitterverfahren • Konvergenzanalyse iterativer Löser
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studierenden sollen Verständnis für grundlegende Prinzipien, wie Konvergenz, Konvergenzgeschwindigkeit und Effizienz bei iterativen Lösern für diskretisierte partielle Differentialgleichungen entwickeln. • Die Studierenden sollen die Klasse der Mehrgitterverfahren kennenlernen und die wesentlichen Eigenschaften dieser Verfahren verstehen. • Die Studierenden sollen grundlegende Theorie zur Konvergenzanalyse der Mehrgitterverfahren beherrschen. Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Elementare Kenntnisse zu Diskretisierngsverfahren für partielle Differentialgleichungen
(empfohlene) Voraussetzungen	• Elementare Kenntnisse zu Diskretisierngsverfahren für partielle Differentialgleichungen
Literatur	• Reusken (Skript) • D. Braess (Buch), Springer • W. Heckbusch (Buch), Springer
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine maximal 45-minütige mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher MathematikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Arnold Reusken
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	45

Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Mehrgitterverfahren (111344102)	1. Semester	2. Semester	0	1
Prüfung Mehrgitterverfahren (111344101)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mehrgitterverfahren	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Funktionentheorie I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113550
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Komplexe Differenzierbarkeit und Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen, Kurvenintegrale, Cauchysche Theorie, Abbildungsverhalten holomorpher Funktionen, einfach zusammenhängende Gebiete, isolierte Singularitäten, Residuensatz mit Anwendungen auf reelle Integrale, Produktdarstellungen, Gamma-Funktion, Riemannscher Abbildungssatz.
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen die Grundzüge der komplexen Analysis beherrschen und ihre Bedeutung für die reelle Analysis kennenlernen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	W. Fischer, I. Lieb: Funktionentheorie, Vieweg 2005; E. Freitag, W. Busam: Funktionentheorie, Springer-Verlag, Berlin 2000; A. Krieg: Funktionentheorie I, Skript, RWTH Aachen 2010; R. Remmert, G. Schumacher: Funktionentheorie, Springer-Verlag, Berlin 2002
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung (benotet); Prüfungsdauer und -art werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Hartmut Führ
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Funktionentheorie I (111355002)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Funktionentheorie I (111355001)	1. Semester	2. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Funktionentheorie I	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Kontrolltheorie (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113595
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	-
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Dynamische Systeme, Linearität und Zeitinvarianz, Stabilität, Steuerbarkeit, Zustandsrückführung und Stabilisierbarkeit, Beobachtbarkeit, Beobachterentwurf und Entdeckbarkeit, Frequenzbereich: Übertragungsmatrizen, Realisierungstheorie, Reglerentwurf
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen die Grundideen der Steuerung linearer Systeme verstehen, Basiswissen für die Behandlung nichtlinearer Steuerungsprobleme erwerben, Verständnis für die algebraische Analyse von Differentialgleichungen entwickeln, eine praxisnahe Anwendung der Linearen Algebra kennenlernen, die Theorie der Moduln über Hauptidealringen an einem konkreten Fall vertiefen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	D. Hinrichsen, A.J. Pritchard, Mathematical Systems Theory I, Springer 2005; J.W. Polderman, J.C. Willems, Introduction to Mathe-matical Systems Theory, Springer 1998; E.D. Sontag, Mathematical Control Theory, Springer 1990
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessorin Dr. rer. nat. Eva Zerz Universitätsprofessorin Dr. Alice Niemeyer
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Kontrolltheorie (111359502)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Kontrolltheorie (111359501)	2. Semester	1. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Kontrolltheorie	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Uncertainty Quantification (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113510
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2012
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Concepts of probability theory • Concepts of approximation theory • Spectral expansions: Karhunen-Loeve, polynomial chaos, generalized polynomial chaos • Non-intrusive methods: spectral projection, Monte-Carlo sampling, collocation • Intrusive methods: spectral Galerkin, moment methods • Connection to kinetic theory • Sensitivities and adjoints
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and comprehension of different methods for uncertainty analysis, ability to evaluate different techniques, ability to apply these methods to practical problems.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Bestandene Module Mathematische Grundlagen, Analysis I und II, Lineare Algebra I
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	D. Xiu, Numerical Methods for Stochastic Computations, Princeton University press, 2010. O.P. Le Maître, O.M. Knio, Spectral Methods for Uncertainty Quantification, Springer-Verlag, 2010. D. Xiu, Fast numerical methods for stochastic computations: a review, Commun. Comput. Phys. 5 (2009) 242-272. R.G. Ghanem, P.D. Spanos, Stochastic Finite Elements, Dover, 2012.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr. M. Bachmayr
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfungsleistung: Uncertainty Quantification (111351001)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Uncertainty Quantification	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Introduction to Transport Theory (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113439
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• From Newton's equations to Boltzmann's equation • Linear transport • Scaling issues • Properties of kinetic equations (existence &; uniqueness, H theorem) • The diffusion limit • From Boltzmann to Euler &; Navier-Stokes • Boundary layer analysis • Method of Moments • Closure techniques • Selected numerical methods
Lernziele/Lernergebnisse	With respect to the subject: • Mesoscopic and Macroscopic description of particle systems • Multiscale methods (asymtotic analysis, method of moments) • Numerical methods
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Recommended: " Analysis and linear algebra " Partial Differential Equations " Functional Analysis
(empfohlene) Voraussetzungen	None
Literatur	• Cercignani, Illner, Pulvirenti • Dautray, Lions • Pomraning • Selected papers
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Homework Written or Oral Examination (100%)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Michael Herty
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Introduction to Transport Theory (111343901)	2. Semester	1. Semester	5	0
Übung Introduction to Transport Theory (111343902)	2. Semester	1. Semester	0	-

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Introduction to Transport Theory	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Seminar Computergestützte mathematische Modellierung (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113581
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Studierenden arbeiten während der Exkusionswoche unterstützt durch Professoren und wissenschaftlichen Mitarbeitern in kleinen Teams intensiv an einer Fragestellung aus der Forschung verschiedener Institute (des Forschungszentrums Jülich) oder lokaler Firmen. Im Anschluss an die Woche präsentieren sie im Rahmen einer Abschlussveranstaltung den Problemstellern ihre Ergebnisse.
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen mit ganz konkreten mathematischen Fragestellungen interdisziplinärer Natur in Kontakt kommen. Sie erfahren so angewandte Mathematik und erhalten einen komplementären Zusatz zum Studium, sowie einen Einblick in das Forscherleben. Darüber hinaus sollen sie lernen, Ergebnisse angemessen zu formulieren und zu präsentieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse in numerischer Mathematik
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Prüfungsleistung: Referat mit schriftlicher Ausarbeitung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Benjamin Stamm
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfungsleistung: Seminar Computergestützte mathematische Modellierung (111358101)	2. Semester	1. Semester	3	2

Modultitel	Seminar: Aktuelle Themen der Numerik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113475
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Aktuelle Themen wie zum Beispiel Discontinuous Galerkin Verfahren, Adaptive Methoden und deren Analyse, Kontrollprobleme und Inverse Probleme bei partiellen Differentialgleichungen, Homogenisierung, hochdimensionale Probleme, Wavelet-, Cluster- oder Multipole-Methoden.
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen in Themenkreise und Fragestellungen der Numerik eingeführt werden, die derzeit hochaktuell sind und aufgrund ihrer Schlüsselfunktion in komplexen Anwendungen besondere Herausforderungen stellen, sowie dabei die Grundlage erwerben, in diesem Bereich neue Beiträge leisten zu können, die Fähigkeit vertiefen, moderne numerische Methoden in ihrer Funktionsweise zu verstehen, die durch sie erreichbaren Ergebnisse einzuschätzen und darauf aufbauend in flexibler Anpassung an neue Anforderungsprofile die Methode weiter zu entwickeln.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	Aktuelle Forschungsliteratur
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Anwesenheitspflicht Prüfungsleistung: Referat mit schriftlicher Ausarbeitung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Sebastian Noelle
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfungsleistung : Aktuelle Themen der Numerik I (111347501)	1. Semester	2. Semester	3	2

Modultitel	Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4015709
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master

Inhalt	• Einführung in Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen
	• Mechanische Steuerungen
	  • Maschinenelemente mechanischer Steuerungen
	  • Einsatzbeispiele für mechanische Steuerungen
	• Informationsverarbeitung in mechatronischen Systemen
	  • Grundlagen und Beispiele eingebetteter Systeme
	  • Programmierung von eingebetteten Systemen und logischen Steuerungen
	• Programmable Logic Control (PLC) und Motion Control (MC)
	  • Aufbau von Prozessrechnern
	  • Programmierung von speicherprogrammierbaren Steuerungen
	• Numerical Control 1: Aufbau, Programmierung und CAM
	  • NC-Programmierungsverfahren (manuell und werkstattorientiert)
	  • NC-Programmierung von CAM Sysemen
	• Numerical Control 2: Interpolation
	  • Struktur einer NC-Steuerung
	  • Werkzeugkorrektur, kinematische Transformation und Kompensationen
	• Regelung von Vorschubantrieben
	  • Maschinenelemente mechanischer Steuerungen
	  • Einsatzbeispiele für mechanische Steuerungen
	• Messtechnik und Sensorik
	  • Messgrößen in Produktionssystemen
	  • Lage- und Winkelmesssysteme, Strommessung, Beschleunigungs-/ Schwingungsmessung, Kraft-/Drehmomentmessung und Temperaturmessung
	• Signaldatenverarbeitung, Prozess- und Zustandsüberwachung
	  • Aufgaben der Prozess- und Zustandsüberwachung
	  • Verwendung von Sensoren und Verarbeitung von Sensorsignalen
	• Roboter und Handhabungssysteme, Robot Control (RC)
	  • Anwendungs- und Einsatzgebiete
	  • Aufbau von Kinematiken
	• Greiftechnik
	  • Standarf-Greifprinzipien
	• Mechatronisches und systemorientiertes Engineering
	  • Auslegungs- und Simulationssoftware (Antriebsauslegung und Verhaltensmodellierung)
	  • Virtuelle Inbetriebnahme

Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Somit kennen die Studierenden insbesondere • Aufbau und die Auslegung mechatronischer Systeme für Produktionsmittel • Merkmale von logischen, mechanischen, numerischen und Bewegungssteuerungen von Maschinen • Besonderheiten des Verhaltens und der Modellierung von mechatronischen Bauteilen insbesondere für die Mess- und Greiftechnik • Konzepte der Maschinensteuerung in verschiedenen Entwicklungssystemen sowie der Maschinen- und Prozessüberwachung • Anwendungsgebiete, Möglichkeiten eines industriellen Engineering-Systems und die Projektierung Dadurch sind die Studierenden in der Lage, den Aufbau mechatronischer Systeme im Anwendungsgebiet der Produktionsmittel in seiner Komplexität und seinen Zusammenhängen zu

	verstehen und in übergreifenden Konzepte von Maschinensteuerungen einzuordnen. Sie können Anwendungsgebiete erläutern und die in der Maschinen- und Prozessüberwachung erforderlichen Merkmale von Bewegungssteuerungen darlegen. Sie können zudem die Projektierung eines anwendungsnahen Problems theoretisch erklären und auf anwendungsrelevante Fragestellungen übertragen. Nicht fachbezogen: Somit können die Studierenden theoriegeleitet mechatronischer Systeme für Produktionsanlagen und industrieller Überwachungslösungen analysieren und deren Qualität im industriellen Umfeld bewerten. Mit dieser Kompetenz können sie mit eigenen kreativen Ideen und im Rahmen der Ihnen bekannten Konzepte Lösungen ableiten und den Aufbau vorgegebener Konzepte begründen. Im Sinne der Problemlösung können sie darüber hinaus Steuerungsprogramme in verschiedenen Entwicklungssystemen erstellen und deren Qualität bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Werkzeugmaschinen (Bachelor) " Grundlagen der Regelungstechnik " Grundlagen der Informationsverarbeitung Voraussetzung für (z.B. andere Module) " Automatisierungstechnik für Produktionssysteme
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Werkzeugmaschinen (Bachelor) • Grundlagen der Regelungstechnik • Grundlagen der Informationsverarbeitung Voraussetzung für (z.B. andere Module): • Automatisierungstechnik für Produktionssysteme
Literatur	Vorlesungsliteratur: • Vorlesungs- und Übungsskript als PDF Empfohlene weiterführende Literatur: • Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme Bd.1-5 von M. Weck, C.Brecher
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christian Brecher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen (401570901)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Automatisierungstechnik für Produktionssysteme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013313
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Automatisierte Produktionssysteme: Fertigung, Montage, Transport, Verpacken und Lagern • Überblick über reale Automatisierungslösungen • Aufzeigen von Kernthemen der Automatisierung an Beispielen aus der Automobil- und Verpackungsindustrie 2 • Robotik: Industrieroboter, Handhabungssysteme, Kinematiken, Greiftechnik, Logistikautomatisierung • Überblick über Varianten und Aspekte der Robotertechnik • Verkettungsmöglichkeiten von Maschinen,Transport und Lagerung 3 • RC-Technik, Roboterprogrammierung und Simulation • Eigenschaften und Besonderheiten der RC • Varianten der Programmierung • Simulationstools, Möglichkeiten und Grenzen der Simulation 4 • Vision Systeme, "Intelligente Roboter", Betriebsrichtlinien • Fortschrittliche Möglichkeiten der Roboterprogrammierung und der Mensch-Maschine-Interaktion • Kooperation zwischen Robotern • Einbindung von Betriebsrichtlinien in den Betrieb von Robotern 5 • Betrieb eines automatisierten Produktionssystems: Automatisierungspyramide • Anwendungsbeispiel eines automatisierten Produktionsprozesses: Herstellung eines beispielhaften Werkstücks • Ableiten und Illustration der Prozessschritte und der Automatisierungspyramide anhand eines konkreten Anlagenbeispiels 6 • Leittechnik und MES • Transparenz in der Fertigung • Controlling &; Monitoring der Produktion • Bedienen und Beobachten • Gegenüberstellung SPS- und PC-basierter Lösungen 7 • Industrielle Kommunikation • Unterschiedliche Bussysteme und Schnittstellen innerhalb der Automatisierungspyramide • Aufzeigen der unterschiedlichen Anforderungen • Datenvolumen und Übertragungsgeschwindigkeiten • Kommunikationsprotokolle, Plug & Play Technologien 8 • Sicherheitstechnik • Richtlinien und Normen zur Definition von sicheren Komponenten und Prozessen im Produktionsbetrieb • Sichere Steuerungen, sichere Kommunikation, sichere Sensoren 9 • Planung und Engineering von automatisierten Produktionssystemen, Teil 1 Theorie • Projektierung von Leitsystemen: von der Architektur- über die Prozessplanung bis zur Datenmodellierung • Test und Inbetriebnahme von Leitsystemen 10 • Planung und Engineering von automatisierten Produktionssystemen, Teil 1 Praxis • Darstellung eines Engineering Prozesses aus dem Bereich der Leittechnik 11 • Planung und Engineering von automatisierten Produktionssystemen, Teil 2 Theorie • Simulationsmöglichkeiten mit mechatronischen Verhaltensmodellen zur HIL und SIL Simulation 12 • Planung und Engineering von automatisierten Produktionssystemen, Teil 2 Praxis • Aufbau eines mechatronischen Verhaltensmodells einer Maschine mittels moderner Engineering Tools 13 • Supportsysteme: RFID, AR-basierter Service • Nutzen zusätzlicher, dezentraler Informationsquellen • Funktionsprinzipien und Einsatzmöglichkeiten von RFID • Informationsaufbereitung und -darstellung mittels Augmented Reality Technologien 14 • Exkursion • Besichtigung einer automatisierten Produktionsanlage in der Industrie
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Vorlesung vermittelt den Studierenden einen gesamtheitlichen Überblick über automatisierte Produktionssysteme und setzt praxisnahe Schwerpunkte, die detailliert aufgearbeitet werden. • Nach Beendigung der vertiefenden Wahlvorlesung sind die Studierenden mit weiterführenden Konzepten der Robotik und der Fertigungsleittechnik vertraut und können dieses Wissen übergreifend anwenden und auf zukünftige Problemstellungen übertragen. • Außerdem können die Studierenden die Konzepte und Prinzipien der Engineeringsysteme auf unterschiedlichen Ebenen der Automatisierungspyramide nutzbringend anwenden und sind mit den besonderen Problemstellungen der Planung typischer Automatisierungsaufgaben vertraut. • Die Präsentation einzelner zusätzlicher Themenblöcke, die im Rahmen der gesamten Automatisierung oft nicht im offensichtlichen Fokus stehen, versetzt die Studierenden in die Lage, Automatisierungssysteme ganzheitlich zu verstehen, zu beurteilen und selbst eine Auslegung vorzunehmen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

	• Bei der Bearbeitung einer Projektaufgabe werden die Studierenden im Rahmen von Kleingruppenübungen motiviert im Team Lösungsansätze steuerungstechnischer Problemstellungen zu entwickeln und unter Anleitung eine Lösung auszuarbeiten. • Sie sind in der Lage die erzielten Ergebnisse und deren Herleitung in einer Präsentation darzustellen und ihre Vorgehensweise argumentativ zu untermauern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Werkzeugmaschinen (Bachelor) " Grundlagen der Regelungstechnik " Grundlagen der Informationsverarbeitung " Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module): • Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Werkzeugmaschinen (Bachelor) • Grundlagen der Regelungstechnik • Grundlagender Informationsverarbeitung
Literatur	• Skripten zu Vorlesung und Übung • Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme Bd.1-5 von M. Weck, C.Brecher
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung und eine Projektarbeit
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christian Brecher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Automatisierungstechnik für Produktionssysteme (401331301)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Automatisierungstechnik für Produktionssysteme	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Automatisierungstechnik für Produktionssysteme	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Konstruktion von Fertigungseinrichtungen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014377
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • V1: Drehmaschine (Hersteller: DS Technologie) • Konzeptionierung und Konstruktion von Drehmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen • Ü1: Konstruktionsaufgabe 2 • V2: Bearbeitungszentrum 1 (Hersteller: Fritz Werner) • Konzeptionierung und Konstruktion 3-achsiger Bearbeitungszentren, maschinenspezifische Baugruppen • Ü2: Konstruktionsaufgabe 3 • V3: Bearbeitungszentrum 2 (Hersteller: DynaM) • Konzeptionierung und Konstruktion von Bearbeitungszentren mit Parallelkinematik, maschinenspezifische Baugruppen • Ü3: Konstruktionsaufgabe 4 • V4: Bearbeitungszentrum 3 (Hersteller: Heyligenstaedt) • Konzeptionierung und Konstruktion von Vorsatzköpfen für Bearbeitungszentren, Aufbau und Arbeitsweise von Schwenkgetrieben, maschinenspezifische Baugruppen • Ü4: Konstruktionsaufgabe 5 • V5: Bearbeitungszentrum 4 (Hersteller: Chiron) • Konzeption und Konstruktion von Werkzeugwechslern, Werkzeugschnittstellen • Ü5: Konstruktionsaufgabe 6 • V6: Werkzeugspannsysteme und Werkstückhandhabung • Aufbau und Arbeitsweisen, wirtschaftliche und praxistaugliche Lösungen • Ü6: Konstruktionsaufgabe 7 • V7: Exkursion zu Maschinenhersteller oder Anwender • Ü7: Konstruktionsaufgabe 8 • V8: Schleifmaschine 1 (Hersteller: Hauni Blohm) • Konzeptionierung und Konstruktion von Flachschleifmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen • Ü8: Konstruktionsaufgabe 9 • V9: Schleifmaschine 2 (Hersteller: Schaudt) • Konzeptionierung und Konstruktion von CNC-Außenrundschleifmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen • Ü9: Konstruktionsaufgabe 10

	• V10: Verzahnmaschine (Hersteller: Liebherr) • Konzeptionierung und Konstruktion von Verzahnmaschinen, Prinzipien der Bewegungserzeugung • Ü10: Konstruktionsaufgabe 11 • V11: Walzmaschine 1 (Axial-Gesenkwalzmaschine) • Konzeption und Konstruktion von Walzmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen • Ü11: Konstruktionsaufgabe 12 • V12: Walzmaschine 2 (Drückwalzmaschine) • Konzeption und Konstruktion von Drückwalzmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen • Ü12: Konstruktionsaufgabe 13 • V13: Reserve • Ü13: Konstruktionsaufgabe 14 • V14: Reserve • Ü14: Konstruktionsaufgabe
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die wichtigsten Werkzeugmaschinentypen. Sie verstehen deren Grundfunktionen und die für die Realisierung der Funktionen erforderlichen Maschinenbaugruppen. • Sie beherrschen die Berechnung der wichtigsten Schlüsselelemente und können diese funktions- und belastungsgerecht auslegen. • Die Studierenden können komplexere Maschinensysteme in ihre wesentliche Grundfunktionen zerlegen und die konstruktiv-mechanischen Zusammenhänge herausstellen. • Auf Basis dieser Kenntnisse können die Studierenden Lösungen für gestellte Konstruktionsaufgaben entwickeln, diese anforderungsgerecht auslegen und in einem Konstruktionsentwurf umsetzen. • Die Studierenden können diese Kenntnisse auf andere Maschinenkonzepte übertragen und deren Eingeschaften im Hinblick auf technisch-konstruktive Eigenschaften bewerten. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden durch die Konstruktionsaufgabe befähigt komplexe technische Fragestellungen zu erfassen, Problemstellungen zu identifizieren und im Team Lösungswege zu erarbeiten. • Durch die enge Zusammenarbeit in der Gruppe und mit dem Übungsbetreuer wird die kommunikative Fähigkeit jedes einzelnen gefördert. • Die Studierenden erlernen zielorientiertes Projektmanagement durch die Bearbeitung der Konstruktionsaufgabe in der Gruppe. • Durch die Ausarbeitung der gesamten Konstruktionsunterlagen vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, technische Zusammenhänge darzustellen. • Durch die Darstellung der Projektergebnisse im Rahmen der Prüfung erlernen und vertiefen sie wichtige Fähigkeiten der Präsentation und verbessern ihre kommunikative Fähigkeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Werkzeugmaschinen • Maschinenelemente
Literatur	• Werkzeugmaschinen-Atlas, Vorlesungsunterlagen am WZL erhältlich • Brecher, Weck: Werkzeugmaschinen, Band 1-2, Springer Verlag
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine mündliche Prüfung: • Vorstellung und Verteidigung der Konstruktionsaufgabe • Konstruktionserklärung anhand von Beispielen aus dem Maschinenatlas

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christian Brecher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Konstruktion von Fertigungseinrichtungen (401437701)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Konstruktion von Fertigungseinrichtungen	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Konstruktion von Fertigungseinrichtungen	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Bioprozesskinetik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011679
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Erweiterte Enzymreaktionskinetiken (Bi-uni, Ping-pong) 2 • Folgereaktionen durch mehrere Enzyme in einem Mikroorganismus oder durch mehrere Mikroorganismn 3 • Wachstum filamentöser Mikroorganismen 4 • Modellierung einer Bäckerhefe mit Crabtree - Effekt 5 • Enzymreaktionen und Fermentationen mit einer zweiten flüssigen Phase • Schwingungen in Räuber - Beute - Populationen 6 • Kultivierung phototropher Organismen (Algen) 7 • Shift- und Pulsexperimente bei Prozessen mit Produktinhibierung 8 • Selektionsdruck in kontinuierlichen Reaktionen (Chemostat, Turbidostat, Einfluss von Wandwachstum) 9 • Induktion (chemisch oder durch Temperaturshift) bei der rekombinanten Proteinproduktion 10 • Modellierung von verschiedenen Regelstrategien (pO2-stat, pH-stat, RQstat 11 • Standardisierung einer Vorkultur durch Fed-batch Betriebsführung • Bilanzierung des Wassers bzw. des Volumens bei Hochzelldichtefermentationen 12 • Verhalten von Mikroorganismen bei Limitierungen durch unterschiedliche Elemente • Zweitsubstratlimitierungen, Fed-batch und kontinuierliche Kultur mit gleichzeitiger Limitierung durch zwei Substrate 13 • Modellierung des pH-Wertes • Änderung der pH-Optima durch Immobilisierung 14 • Optimierung des Volumenverhältnisses und der Zwischeneinspeisung bei einer zweistufigen Kaskade bei einem katabolitreprimierten System

	15 • Verhalten eines Reaktors mit immobilisierten Mikroorganismen beim Auftreten von Kontaminationen • Verhalten eines Reaktors mit immobilisierten substratinhibierten Mikroorganismen beim Auftreten von sonst letalen Stoßbelastungen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen Wachstums- und Produktbildungskinetiken für typische Fermentationsprozesse mit z.B. Hefen, Algen, Pilzmycelen und können diese in mathematischen Modellen abbilden. • Die Studierenden sind in der Lage, die Wechselwirkung der menschlich beeinflussten Reaktorumgebung mit den eingesetzten Mikroorganismen geeignet in die Bioprozessmodelle zu integrieren und deren Auswirkung zu interpretieren. • Die Studierenden sind in der Lage, Reaktorkonfiguration und eingestellte oder nachgeführte Prozessbedingungen basierend auf der Bioprozesskinetik zu optimieren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Reaktionstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Reaktionstechnik
Literatur	Bailey, Ollis: Biochemical Engineering Fundamentals, Mc-Graw Hill, 1st edition, 1988.Nielsen, Villadsen, Reaction Engineering Principles, Plenum Press, 1st edition, 1994.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jochen Büchs
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Bioprozesskinetik (401167901)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Bioprozesskinetik	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Bioprozesskinetik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Energiesystemtechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013389
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung • Energieerzeugung • Wärmepumpen und Kältemaschinen • Die Wärmequelle • Thermodynamische Bewertung • Mechanische Wärmepumpen • Thermische Wärmepumpen • Offene Wärmepumpen 2 • Technik der Wärmepumpe • Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpenanlagen 3 • Projektstudie: Auslegung einer Gasmotor-Wärmepumpe 4 • Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung - (KWKK) • Gekoppelte Energieerzeugung • Thermodynamik der KWKK • Technik der KWKK 5 • Wirtschaftlichkeit • Potenziale der Kraft-Wärme-Kopplung 6 • Projektstudie: KWK in einer Industrieansiedlung, Stromgutschrift für die KWK -Versorgung eines Gebäude-Komplexes, KWK in einer Industrieansiedlung 7 • Energieverteilung • Wärmeübertrager und Speicher 8 • Warm- und Kaltwassernetze 9 • Energiemanagement • Betriebliches Energiemanagement • Kommunales Energiemanagement 10 • Industrielle Prozesswärmewirtschaft • Wärmerückgewinnung • Wärmeintegration heißer und kalter Ströme nach der Pinchtechnik • Integration externer Betriebsmittel

	11 • Integration von Wärmetechnischen Anlagen • Gestaltung von Wärmeübertragernetzwerken 12 • Fortwärmewirtschaft • Industrielle Abwärme im Raumwärmemarkt • Verstromung industrieller Fortwärme
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die wesentlichen Begriffe der Energiesystemtechnik und sind in der Lage diese richtig anzuwenden. • Die Studierenden haben Kenntnis der typischen Arbeitsabläufe in der Energiesystemtechnik und sind in der Lage diese selbstständig abzuarbeiten. • Die Studierenden kennen die Funktionsweise und Eigenschaften von Wärmepumpen und Kälteanlagen und sind in der Lage diese Anlagen für gegebene Randbedingungen auszulegen. • Die Studierenden kennen die Funktionsweise und Eigenschaften von Kraft-Wärme-Kälte Kopplungs Aggregaten und sind in der Lage diese Anlagen für gegebene Randbedingungen auszulegen. • Die Studierenden sind in der Lage Optimierungspotentiale in Industriebetrieben, bei kommunalen Energieversorgern und im Gebäudesektor zu erkennen. • Die Studierenden sind in der Lage diese Optimierungspotentiale ökologisch und ökonomisch zu bewerten. • Die Studierenden sind in der Lage Konzepte zu entwerfen, die die Nutzung dieser Potentiale ermöglichen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind in der Lage energiesystemtechnische Aufgabenstellungen selbstständig zu bearbeiten. (Methodenkompetenz) • Durch Lösen der Übungen in Kleingruppen sind die Studierenden in der Lage Aufgabenstellungen im Team zu bearbeiten. (Teamarbeit)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Energiewirtschaft
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Energiewirtschaft
Literatur	Vorlesungsskript am LTT erhältlich
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Juniorprof. Dr.-Ing. ;Niklas ;von der Aßen
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündliche Prüfung Energiesystemtechnik (401338901)	1. Semester	2. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Energiesystemtechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Energiesystemtechnik	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Bioreaktortechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010883
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung möglicher prozessbestimmender Parameter bei Bioprozessen • Grundsätzlicher Aufbau typischer Bioreaktoren, Standardabmessungen • Gängige Rührertypen und induzierte Strömungsmuster 2 • Methoden zur Leistungsmessung im Fermenter • Leistungscharakteristik verschiedener Rührer • Ne / Re - Diagramm 3 • Maßstabsabhängigkeit der Hydrodynamik • Einfluss der Reaktorgeometrie auf die Leistungscharakteristik 4 • Einfluss der Begasung auf die Leistungscharakteristik bei ein- und mehrstufigen Rührwerken • Strömungsregime bei begasten Rührkesseln 5 • Überflutung von Rührern • Gasansaugen von der Oberfläche • Blasenrezirkulation 6 • Blasen- und Tropfenkoaleszenz • Gasgehalt im Fermenter 7 • Lokale Verteilung der Energiedissipation • Nachlaufwirbel der Rührer, Gültigkeitsgrenzen der Turbulenzgesetze • Dispergierung einer zweiten Flüssigphase 8 • Relevanz und experimentelle Bestimmung der hydromechanischen Belastung von Mikroorganismen • Analogie zum Sauerstofftransfer 9 • Gas-flüssig Stofftransfer, Grundgleichungen • Experimentelle Methoden zur Bestimmung des kLa-Wertes 10 • Einflüsse verschiedener Parameter auf die maximale Sauerstofftransferkapazität • Stofftransfer in großen mehrstufigen Rührwerken 11 • Bedeutung der CO2-Abfuhr für Bioprozesse • Mischzeit und Zirkulationszeit 12

	• Viskose Systeme und nicht-newtonsches Fließverhalten 13 • Einflussfaktoren auf den Leistungseintrag in Schüttelkolben • Das "außer Phase"-Phänomen 14 • Maximale Energiedissipation in Schüttelkolben • Sauerstofftransfer in Schüttelkolben 15 • Scale-up • Ausgewählte Scale-up Beispiele
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studenten kennen die wichtigsten Reaktorkonfigurationen. • Die Studenten verstehen die grundsätzlichen Probleme bei der Reaktorauslegung und der Maßstabsvergrößerung bei Bioprozessen. • Die Studenten entwickeln eine Vorstellung des komplexen Zusammenspiels zwischen Biologie und deren Umgebung (Bioreaktor). • Die Studenten kennen die empirischen und mechanistischen Modelle zur Abschätzung dieser Umgebungsparameter und deren Einfluss auf die Biologie und können diese anwenden. • Die Studenten sind in der Lage Prozessverläufe zu interpretieren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Interdisziplinärer Austausch (Biologen / Biotechnologen / Ingenieure)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: - Reaktionstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Reaktionstechnik
Literatur	• Vorlesungsunterlagen • Liepe, 1998: Rührwerke Theoretische Grundlagen, Auslegung u. Bewertung (FH Köthen Eigenverlag)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jochen Büchs
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Bioreaktortechnik (401088301)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Bioreaktortechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Bioreaktortechnik	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Angewandte molekulare Thermodynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014361
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Introduction 2 • Foundations • Classical Thermodynamics • Statistical Mechnics 3 • Classical Mechanics 4 • Classical Electrostatics 5 • Quantum Mechanics 6 • Computer Simulation 7 • The Ideal Gas • Definition and Significance • The Canonical Partition Function • Factorization of the Molecular Partition Function • The Equation of State 8 • Mixing Properties • Individual Contributions • Equilibrium Constant 9 • Excess Function Models • General Properties • Intermolecular Potential Energ 10 • Simple Model Molecules 11 • Complex Model Molecules 12 • Equation of State Models • General Properties • Intermolecular Potential Energy 13

	• The Statistical Viral Equation • Conformal Potential Models 14 • Perturbation Models
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Vermittlung von Grundlagen aus den Fachgebieten klassische, statistische und Quantenmechanik sowie Elektrodynamik, die Anwendungen im Bereich der molekularen Thermodynamik haben. • Auf dieser breiten Grundlage wird ein umfassendes Rahmenwerk zur Ableitung von Erkenntnissen über das Verhalten fluider Systeme formuliert. • Das Rahmenwerk wird genutzt, um Stoffmodelle einzuführen, die in den Bereichen Gastechnologie, chemische Hochtemperatur-Reaktionen, Aufarbeitung von einfachen und komplexen Mischungen, bei Elektrolyt- und Biosystemen eingesetzt werden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsskript in englischer Sprache am LTT erhältlich
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Kai Leonhard
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Angewandte molekulare Thermodynamik (401436101)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Angewandte molekulare Thermodynamik	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Angewandte molekulare Thermodynamik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Energiewirtschaft (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011028
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Steigende Energiepreise und notwendige Minderungen der C02-Emissionen erfordern einen effizienten Einsatz aller zur Verfügung stehenden Energieträger. Der Wirtschaftlichkeit von Investitionen im Energiemarkt muss dabei besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. • Die ökonomische Bewertung des Einsatzes neuer und vorhandener Erzeugertechnologien ist daher ein Schwerpunkt der Veranstaltung. Im weiteren Verlauf werden die Mechanismen des nationalen und internationalen Strom-, Wärme- und Gasmarkts behandelt und die Optimierungsmethodik sowie die Regulierungsmethoden des Staats vorgestellt. • Energiekennzahlen: Zusammenhänge in der Energiewirtschaft, Globale Energiewirtschaft, Energiekennzahlen • Wirtschaftlichkeitsanalyse: Grundbegriffe der Investition und Finanzierung, Kennzahlen der Wirtschaftlichkeit, statische und dynamische Verfahren • Investition und Risiko: Risikobetrachtung- und berechnung von Investitionen • Modelle für Erzeuger: Techniken, Wirtschaftliche und technische Kennzahlen • Verbrauchermodelle und Speichertechniken: Bedarfsermittlung, Jahresdauerlinie • Speichertechniken Energiemärkte - Strommarkt: Teilnehmer des Marktes, Arten von Strommärkten , Strom gesteh ungskosten, Emissionshandel • Energiemärkte - Gas- und Wärmemarkt: Zukunftspotentiale dieser Märkte, Unterschiede zum Strommarkt, Nah- und Fernwärmenetze • Optimierung: Aufbau von Optimierungsproblemen, Lösungsverfahren (z.B. grafische, • Simplex, Branch-and-Bound}, Aufstellen und Lösen von Mixed Integer Linear Problems (MILP} • Regulierung: Einflussmöglichkeiten des Gesetzgebers, Umsetzungsbeispiele der • Einflussmöglichkeiten aus Vergangenheit und Gegenwart
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Energiewirtschaft wird im Konftiktfeld zwischen Mensch, Umwelt, und Wirtschaftlichkeit betrachtet. Die Studierenden erlernen die Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung und deren Kennzahlen mit Bezug zur Energiewirtschaft. Hierbei werden aktuelle Vorgänge am Strom-, Gas- und Wärmemärkte sowie der Regulierung durch den Staat vermittelt. Die Studierenden verstehen, wie Modelle für konventionelle und regenerative Strom- und Wärmeerzeuger und -verbraucher aufgebaut sind und lernen die Optimierung als Methode im Rahmen der Energiewirtschaft kennen. Die Betrachtung des Risikos in Investitionsentscheidungsprozessen wird mithilfe von Szenarienentwicklungen vermittelt. Fertigkeiten und Kompetenzen: • Die Studierenden können unter Anwendung verschiedener Verfahren der Investitionsrechnung die Investition in energietechnische Anlagen mithilfe von wirtschaftlichen Kennzahlen einschätzen und Investitionsentscheidungen treffen. Hierzu können sie Bedarfe von Verbrauchern berechnen und unter wirtschaftlichen, technischen und • ökologischen Randbedingungen diverse Wärme- und Stromversorgungsanlagen bewerten. Die Studierenden können das Risiko der Investitionen mithilfe von Szenarienentwicklung berechnen und einschätzen. Diese Szenarien können von den Studierenden in Modelle überführt werden. Des Weiteren können die Studierenden Optimierungsprobleme vor dem Hintergrund energiewirtschaftlicher Fragestellungen mittels verschiedener Verfahren aufstellen und lösen.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine schriftliche Prüfung • Es können Bonuspunkte für Hausaufgaben gegeben werden. Diese werden bei Durchführung in der Vorlesung vorgestellt. Die maximal erreichbare Punktzahl in der Bonuspunkteaufgabe soll 10 % der in der Klausur erreichbaren max. Punktzahl entsprechen.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dirk Müller
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Energiewirtschaft (401102801)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Energiewirtschaft	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Energiewirtschaft	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Finite Elements in Fluids (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011664
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: • Gliederung, • Geschichte der Finite-Elemente-Methode. 2 • Erhaltungssätze (1): • kinematische Beschreibung, "Arbitrary-Lagrangian-Eulerian" Beschreibung • Reynold'sche Transport-Satz. 3 • Erhaltungssätze (2): • Erhaltung von Masse, Impuls, und Energie, • Euler und Navier-Stokes Gleichungen. 4 • Grundlagen der Finite-Elemente-Methode (1): • Funktionenräume, Normen, • Poisson-Gleichung, schwache und starke Formulierung. 5 • Grundlagen der Finite-Elemente-Methode (2): • Lax-Milgram-Lemma, diskrete Formulierung, • Lemma von Cea, rechnerische Aspekte. 6 • Konvektion-Diffusions-Gleichung (1): • schwache und Galerkin Formulierung, sowie die Matrizendarstellung, • Péclet-Zahl, Diskretisierungsfehler 7 • Konvektion-Diffusions-Gleichung (2): • historiches Überblick von Stabilisierungsmethoden, • Petrov-Galerkin Formulierung. 8 • Konvektion-Diffusions-Gleichung (3): • Fehlerabschätzung, • Finite Increment Calculus, Variational Multiscale Methode 9 • Zeitdiskretisierung (1): • Theta-, Lax-Wendroff-, "leap-frog"-Methoden, • Diskretisierung der zeitabhängigen Konvektion-Diffusions-Gleichung 10 • Zeitdiskretisierung (2): • Stabilität, Genauigkeit, • Fourieranalyse.

	11 • Zeitdiskretisierung (3): • "modified-equation" Methode, • Taylor-Galerkin-Methoden. 12 • Zeitdiskretisierung (4): • Zeit-Raum-Methoden, • lineare Mehrschrittmethoden. 13 • Stokes Gleichung (1): • konstitutiver Ansatz, Randbedingungen, • "saddle-point" Aspekte. 14 • Stokes Gleichung (2): • schwache, Galerkin, und diskrete Formulierung, • LBB-Bedingung, Interpolation-Ansätze, Stabilisierung. 15 • Zeitabhängige Navier-Stokes-Gleichungen: • schwache, Galerkin und stabiliesierte Formulierung, • Zusammenfassung.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die mathematischen Grundlagen und die elementaren Konzepte, die zur Anwendung der Finiten-Elemente-Methode in der Strömungsmechanik nötig sind: Konvektion-Diffusions Gleichung, Zeitdiskretisierungsverfahren, Stokes-Gleichung, Navier-Stokes-Gleichung. • Die Studierenden wissen von den praktischen Aspekten der Finiten-Elemente-Diskretisierung bei Problemen mit mehreren Feldern. • Die Studierenden sind sich bewusst über die Probleme, die bei einer Finiten-Elemente-Diskretisierung auftreteten—durch hohe Péclet-Zahlen und schlecht gewählte Interpolationsfunktionen. • Die Studierenden verstehen das Konzept der Finiten-Elemente-Stabilisierung durch Residuum-basierte Methoden, "Finite Increment Calculus" und "Variational Multiscale" Ansätze. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden bekommen in Übungen die Erfahrung mit einem Strömungssimulationsprogramm aus der Forschung, sowie der Visualisierung von Daten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mathematische Grundlagen I-IV " Partielle Differentialgleichungen " Programmierung
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Mathematische Grundlagen I-IV • Partielle Differentialgleichungen • Programmierung
Literatur	• Donea, Huerta, "Finite Element Methods for Flow Problems"
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Marek Behr Ph. D.
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Finite Elements in Fluids (401166401)	1. Semester	2. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Finite Elements in Fluids	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Finite Elements in Fluids	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Parallel Computing Methods in Computational Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011583
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Introduction: Motivation, application examples. • Computational mechanics code (1): idealization, discretization, mesh generation. • Computational mechanics code (2): equation system formation and solution, visualization. • Computer performance: memory hierarchy, current CPUs. • Scalar optimization: manual code restructuring, automatic optimization. • Introduction to parallelism: motivation, taxonomy of parallel computers. • Review of loop-level parallelism: algorithm selection, OpenMP directives, exercises, limitations. • Review of task-level parallelism: message passing, PVM and MPI implementations, MPI-2 • Good software engineering practice: code management, collaboration, performance analysis tools. • Parallel computational mechanics code (1): unstructured data decomposition, single-step gather and scatter • Parallel computational mechanics code (2): two-step gather and scatter, partitioning, reordering, renumbering • Parallel computational mechanics code (3):iterative solvers, GMRES, preconditioning • Parallel computational mechanics code (4): data decomposition libraries, structured mesh parallelization patterns • Future of supercomputing, recent developments, discussion of projects
Lernziele/Lernergebnisse	• The students are familiar with the general structure of continuum mechanics computational analysis code: finite elements, difference or volumes applied to structural or fluid mechanics problems. They can relate such general structure to own experiences. • The students are conversant in the latest scalar optimization techniques for modern cache-based microprocessors. They are aware of potential bottlenecks that can severly limit computer performance, and are trained in how to avoid them. • The students understand the need for exploiting parallelism in engineering practice and know the current developments in the field regarding both software and hardware. • The students are able to utilize OpenMP and MPI standards to obtain parallel speed-up of most typical continuum mechanics. • The students have learned how to write a short equipment funding proposal. • The students have performed literature search on some of the topics of interest and presented the results in front of the class. • The students have had hands-on experience with high-performance computing.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik " Finite Elemente in Fluiddynamik " Unix-Betriebssystem-Kenntnisse " Grundlagen der Integral- und Differentialrechnung " Programmierkenntnisse (Fortran/C)
(empfohlene) Voraussetzungen	• Strömungsmechanik • Finite Elemente in Fluiddynamik • Unix-Betriebssystem-Kenntnisse • Grundlagen der Integral- und Differentialrechnung • Programmierkenntnisse (Fortran/C)

Literatur	Vorlesungsfolien
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung und drei Referate.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Marek Behr Ph. D.
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Parallel Computing Methods in Computational Mechanics (401158301)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Parallel Computing Methods in Computational Mechanics	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Additive Fertigung in der Kunststoffverarbeitung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014414
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	- Arten der additiven Fertigung - Kategorisierungsmöglichkeiten (Darbietungsform, Wirkprinzip) - Überblick additiver Verfahren / geschichtliche Einordnung - Extrusionsverfahren: Wirkprinzipien, Anlagen- und Prozessbestandteile z.B. Fused Deposition Modeling, Freeformer - Polymerisierende Verfahren: Wirkprinzipien, Anlagen- und Prozessbestandteile z.B. Poly-Jet, CLIP, Stereolithographie - Laserbasierte Verfahren: Wirkprinzipien, Anlagen- und Prozessbestandteile z.B. selektives Lasersintern, selektives Laserschmelzen - Indirekte Fertigungsverfahren auf Basis additiv gefertigter Bauteile z.B. Vakuumgießen, Harzgießen, Keltool-Verfahren - Anwendungsmöglichkeiten der additiven Fertigung - Einordnung in den Gesamtzusammenhang aktueller Fertigungsverfahren (Spritzgießen, spanende Fertigung etc.) - Eignungsübersicht und -bewertung für verschiedene Anwendungsszenarien, anhand der Inhalt Kriterien Bauteilkomplexität, Individualisierungsmöglichkeit, Funktionsintegration, Produktionsmenge, Materialeignung - Grenzen der einzelnen Verfahren und der additiven Fertigung allgemein - zukünftiges Entwicklungspotenzial - Produktentwicklungsprozesse mit Prototypen - Additiv gefertigte Komponenten zur Kunststoffverarbeitung (SG-Werkzeuge, Düsen etc.) - Werkstofftechnik (Materialien, Haftungsmechanismen, Bauteileigenschaften etc.) - Automatisierungs- und Industrialisierungspotenzial - Geschäftsmodelle
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studierenden besitzen das Wissen über die Wesentlichen additiven Fertigungsverfahren, bezüglich Wirkprinzipien, Anlagenkomponenten und Möglichkeiten / Grenzen. • Die Studierenden verstehen das fertigungstechnische Potential und können die additiven Fertigungsverfahren sinnvoll in den Gesamtzusammenhang der etablierten kunststoffverarbeitenden und -bearbeitenden Verfahren sowie alternativen Fertigungsverfahren (Spritzgießen, spanende Fertigung, umformende Fertigung, etc.) einordnen.

	• Die Studierenden kennen die Möglichkeiten der additiven Fertigungsverfahren und können diese mit Praxisbeispielen verknüpfen (Spritzgießwerkzeugtechnik, Einbindung in die Produktentwicklung, Endbauteilfertigung, etc.) • Die Studierenden kennen Ansätze zur Industrialisierung und fertigungsrelevanten Einbindung der Anlagentechnik der additiven Fertigung (Automatisierung, Geschäftsmodelle, etc.). Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden erhalten in interaktiv gestalteten Vorlesungen und Übungen die Möglichkeit zur intensiven Diskussion über die Thematik. Dadurch können sie eigene Lösungsansätze reflektieren und ggf. bestätigen oder korrigieren. Durch die ständige Einbindung von Beispielbauteilen aus der Praxis der Kunststoffverarbeitung (Spritzgießbauteile, Bauteile aus unterschiedlichen Produktentwicklungsphasen, etc.) wird den Studierenden ein weiter Einblick in die Kunststoffverarbeitung ermöglicht. Basierend auf ihren Kenntnissen zu den verschiedenen Verfahren können sie für bestimmte Anwendungsszenarien geeignete Prozesse aus dem Bereich der additiven Fertigung auswählen und ihre Eignung für entsprechende Anforderungsprofile bewerten. Die Studierenden verfügen über einen wissenschaftlich-technischen Fachwortschatz und sind in der Lage, qualifiziert über die Thematik zu kommunizieren sowie Recherchen durchzuführen. Durch die interaktive Gestaltung sowie die systematische und vergleichende Erarbeitung der zahlreichen Verfahrensvarianten sind die Studierenden in der Lage, mit ihrer Erfahrung und ihrem Wissen Transferleistungen zu erbringen und auch neue Fragestellungen des hochaktuellen Themas der additiven Fertigung einordnen und bewerten zu können.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Kunststoffverarbeitung I, Werkstoffkunde der Kunststoffe
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Kunststoffverarbeitung I Werkstoffkunde der Kunststoffe
Literatur	Gebhardt, A: Generative Fertigungsverfahren. München: Garl HanserVerlag, 2013 Literatur Menges, G.; Michaeli, w.; Mohren, P.: Spritzgießwerkzeuge. München: Garl Hanser Verlag, 2007 Breuninger, J.; Becker, R.; Wolf, A; Rommel, SI.; Verl, A: Generative Fertigung mit Kunststoffen. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2013
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	mündlich oder schriftlich
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christian Hopmann
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Additive Fertigung in der Kunststoffverarbeitung (401441401)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Additive Fertigung in der Kunststoffverarbeitung	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Additive Fertigung in der Kunststoffverarbeitung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Industrielle Umwelttechnik und Luftreinhaltung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011012
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Einführung in der industriellen Umwelttechnik und Historie 2. Umweltrecht 3. Schadstoffe und -wirkungen 4. Primärmaßnahmen der Luftreinhaltung 5. Abscheidung von Stäuben 6. Abscheidung gasförmiger Stoffe 7. Katalytische Abgasreinigung 8. Biologische Verfahren und Nachverbrennung 9. Membranverfahren und Energiemanagement 10. Einführung in den Produktionsintegrierten Umweltschutz (PIUS) 11. PIUS in der Chemie 12. PIUS in der Food-Industrie 13. PIUS in der Textil- und Papier-Industrie 14. Abfallaufbereitung und –verwertung Evtl. Fachbezogene Exkursion Evtl. Gastvortrag Übungen
Lernziele/Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen haben die Studierenden Kenntnisse und Fähigkeiten in den Themenfeldern, die im Unterpunkt Inhalt beschrieben werden, erworben. Wissen und Verstehen: Somit kennen die Studierenden insbesondere: - Wesentliche Quellen industrieller Emissionen - Anlagen des industriellen Umweltschutzes - Rechtliche Grundlagen des Emissions- bzw. Immissionsschutzrechtes - Physikalische Grundlagen der wesentlichen Verfahren vor allem der industriellen Abgasreinigung - Sie sind selbständig in der Lage, für eine beliebige Abgasbehandlungsaufgabe in einem industriellen Prozess die notwendigen prinzipiellen Schritte auszuwählen und sinnvoll miteinander zu verschalten. - Auslegungsgrundlagen sowohl der Apparate zur Abscheidung von Stäuben und anderen festen Verunreinigungen als auch der Prozesse zur Abtrennung von Schadgasen (z.B. CO2, NOx, SO2). - Nachweismethoden - Bewertungsmethoden für Umweltrisiken von Produkten oder deren Produktionsprozesses - Ansätze zum produktionsintegrierten Umweltschutz in verschiedenen Industriebranchen Außerdem können die Studierenden die theoretischen, grundlegenden Vor- und Nachteile der End-of-pipe-Technologien und des produktionsintegrierten Umweltschutzes gegenüberstellen und vergleichen. Fertigkeiten und Kompetenzen: Anhand zahlreicher Beispiele erlangen die Studierenden die Fähigkeit, praxisnahe Fragestellungen des industriellen Umweltschutzes unter Berücksichtigung der Anforderungen aus dem Umweltrecht entwickeln, entsprechende Parameter auszuwählen und auszuwerten. Sonstige (fakultativ): Bei einer freiwilligen fachbezogenen Exkursion lernen die Studierenden ein Anwendungsbeispiel vor Ort kennen. Durch Diskussion mit den Anlagenbetreibern können praktische Fragestellungen erörtert werden, die in der Vorlesung nicht explizit behandelt werden.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Grundlagen der Luftreinhaltung, Prof. Dr.-Ing. Michael Modigell, Eigenverlag IVT (AVT) • Umweltschutztechnik, Ulrich Förster, Springer (ISBN: 978-3-540-77882-0)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 100% aus einer schriftlichen Klausur oder einer mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. Matthias Weßling
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Industrielle Umwelttechnik und Luftreinhaltung (401101201)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Industrielle Umwelttechnik und Luftreinhaltung	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Industrielle Umwelttechnik und Luftreinhaltung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Bewegungstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011601
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung • Grundlegende Zusammenhänge • Anwendungsgebiete 2 • Analyse • Klassifizierung von Bewegungsaufgaben und Struktursynthese 3 • Getriebeanalyse: 5 & 6-gliedrige Getriebe, Polbahnen 4 • Getriebeanalyse: Räumliche & spärische Getriebe 5 • Getriebesynthese: Alt'sche Totlagenkonstruktion 6 • Getriebesynthese: Mehrfache Erzeugung von Koppelkurven 7 • Rädergetriebe: Grundlagen und Anwendungen, Übersetzungsverhältnisse, Umlaufrädergetriebe, Differentialgetriebe 8 • Rädergetriebe: Radlinien, Räderkurbelgetriebe 9 • Krümmungstheorie: Satz von Euler-Savary, Satz von Bobillier 10 • Krümmungstheorie: Hartmannsche Konstruktion, Bressesche Kreise 11 • Kinetik: Kräfte und Momente 12 • Kinetik: Virtuelle Leistung, Verfahren nach Hain 13 • Rastgetriebe 14 • Synchrongetriebe 15 • Anwendungsbeispiel • Prinzipsynthese • Maßsynthese

	• Auslegung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über Auslegung und Berechnung von komplexen Bewegungssystemen. • Die Studierenden sind in der Lage eine komplexe Bewegungsaufgabe zu erfassen, beschreiben, gegebenenfalls in einfachere Einzelbewegungen zu zerlegen und in einer Anforderungsliste an die Bewegungseinrichtung zusammenzufassen. • Die Studierenden kennen die wichtigsten Merkmale der verschiedenen Getriebetypen und die verschiedenen Ordnungskriterien. • Die Studierenden sind in der Lage, ausgehend von der einer Anforderungsliste an die Bewegungseinrichtung eine Struktursynthese durchzuführen, um auf diese Weise geeignete Strukturen von Bewegungseinrichtungen auszuwählen. • Die Studierenden lernen mit Hilfe verfügbarer Katalogdaten die entsprechenden Berechnungen durchzuführen. • Die Studierenden sind mit der Kinematik ebener und räumlicher Mechanismen vertraut und können den Geschwindigkeits- und Beschleunigungszustand analysieren. • Die Studierenden sind in der Lage die Krümmungseigenschaften von Bahnkurven zu analysieren und bei der Synthese von Bewegungseinrichtungen sinnvoll einzusetzen. • Für die zu analysierenden Maschinen und Mechanismen leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen die erforderlichen Methoden und Verfahren zur Synthese und Analyse her. Sie sind damit in der Lage mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, umfassende Fragestellungen und Probleme zur Auswahl und Auslegung von Bewegungseinrichtungen aus der Industrie zu beantworten und zu lösen. Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.) • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mechanik I, II, III " Mathematik I-III und Numerische Mathematik " Elektromechanische Antriebstechni
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Mechanik I, II, III • Mathematik I-III und Numerische Mathematik • Elektromechanische Antriebstechnik
Literatur	• Kerle, H.; Corves, B.; Hüsing, M.: Einführung in die Getriebelehre. Stuttgart Leipzig Wiesbaden: B.G. Teubner Verlag, 2011. • Luck, K.; Modler, K.-H..: Getriebetechnik: Analyse, Synthese, Optimierung. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 1995.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. Burkhard Corves
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündl. Prüfung Bewegungstechnik (401160101)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Bewegungstechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Bewegungstechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Methoden der Modellierung von Turbomaschinen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011720
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Turbomaschinen spielen in weiten Teilen unseres Lebens eine bedeutende Rolle. Sie sind Antriebe nahezu aller modernen Flugzeuge, werden im Bereich der Stromerzeugung eingesetzt oder sind wichtiger Bestandteil in Anlagen der Prozessindustrie. Dabei werden immer höhere Anforderungen in Bezug auf Effizienz, Emissionen und Leistungsfähigkeit gestellt. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können ist ein tiefes Verständnis der Thermodynamik, Aerodynamik und Strukturmechanik von Turbomaschinen erforderlich. In der Entwicklung moderner Turbomaschinen spielt die numerische Simulation der Strömung eine wichtige Rolle. Durch immer komplexere Schaufelgeometrien kommen viele vereinfachte Verfahren an ihre Grenzen und eine effiziente Weiterentwicklung ist nur unter Einsatz komplexer numerischer Simulationen möglich. Ziel der Veranstaltung ist es, die grundlegenden Zusammenhänge und Methoden der numerischen Strömungsmechanik (CFD) aufzuzeigen, und dabei turbomaschinenspezifischen Aspekten ausdrückliche Aufmerksamkeit zu widmen. Im ersten Teil der Veranstaltung werden nach einer knappen Rekapitulation der Erhaltungsgleichungen der Strömungsmechanik die wesentlichen Verfahren eines CFD-Codes vom Standpunkt eines Finite-Volumen-Verfahrens entwickelt. Im Fokus steht hierbei die grundlegende mathematische Analyse der partiellen Differentialgleichungen und den daraus abgeleiteten räumlichen und zeitlichen Diskretisierungsmethoden. Zur Lösung der entstehenden linearen Gleichungssysteme werden die gebräuchlichsten iterativen Lösungsverfahren besprochen. Im zweiten Teil der Veranstaltung werden konkret turbomaschinenspezifische Aspekte näher beleuchtet. Darunter Prinzipien der Netzgenerierung, Turbulenzmodellierung und Randbedingungen.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden erlernen turbomaschinenspezifische Probleme der numerischen Strömungssimulation. • Im zweiten Teil der Vorlesung werden die Studierenden über die Limitationen und unumgänglichen Fehler der Numerik unterrichtet Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren • Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Thermodynamik 1 & 2 " Strömungsmechanik 1 & 2 " Grundlagen der Turbomaschinen " Turboverdichter und Pumpen (Auslegung von Turbomaschinen
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Thermodynamik 1 & 2 • Strömungsmechanik 1 & 2 • Grundlagen der Turbomaschinen • Turboverdichter und Pumpen (Auslegung von Turbomaschinen)
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Methoden der Modellierung von Turbomaschinen (401172001)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Methoden der Modellierung von Turbomaschinen	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Methoden der Modellierung von Turbomaschinen	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Alternative und elektrifizierte Fahrzeugantriebe (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014429
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 Definition und Motivation unkonventioneller Fahrzeugantriebe 2 Energieträger und -eigenschaften (Woche 2 und 3) 3 siehe Woche 2 4 Energiewandlungsprozesse und Umsetzung (Woche 4 und 5) Thermodynamische Energiewandlung 5 siehe Woche 4 6 Energiewandlungsprozesse und Umsetzung (Woche 6 und 7) Elektrochemische Energiewandlung (Brennstoffzelle) 7 siehe Woche 6 8 Strukturen alternativer Antriebskonzepte (Morphologie) (Woche 8 und 9) 9 siehe Woche 8 10 Fahrzeugparameter 11 Speicherung alternativer Energieträger (Woche 11 und 12) 12 siehe Woche 12 13 Energiewandler 14 Momentenwandler (Woche 14 und 15) 15 siehe Woche 14
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studierenden kennen die wichtigsten alternativen Brennverfahren von Verbrennunsmotoren wie auch die möglichen Ersatzkraftstoffe (z.B. Wasserstoff, Alkohole, Erdgas,usw.) und deren Eigenschaften. • Sie sind in der Lage, die wichtigsten Alternativen zum Verbrennungsmotor aufzuzeigen und anhand der Beurteilungskriterien für Fahrzeugantriebe darzulegen, und ihre Möglichkeiten für einen Serieneinsatz zu bewerten. • Die Studierenden kennen die wichtigsten regenerativen Antriebe als auch unkonventionelle Antiebskonzepte sowie deren Energiespeichersysteme. • Sie sind fähig, die Möglichkeiten für Regelstrategien abzuleiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Thermodynamik I/II " Grundlagen der Verbrennungsmotoren

	" Fahrzeugtechnik I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Vorraussetzungen: • Grundlagen der Verbrennungsmotoren • Fahrzeugtechnik 1 • Thermodynamik I/II
Literatur	• Vorlesungsumdruck Unkonventionelle Fahrzeugantriebe, S. Pischinger • Verbrennungskraftmaschinen I und II, S. Pischinger • ika Vorlesungsumdruck Unkonventionelle Fahrzeugantriebe, Prof. S. Gies • ika Übungssumdruck Unkonventionelle Fahrzeugantriebe, Prof. S. Gies
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Alternative und elektrifizierte Fahrzeugantriebe (401442901)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Alternative und elektrifizierte Fahrzeugantriebe	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Alternative und elektrifizierte Fahrzeugantriebe	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014388
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Anforderungen an den Automobilingenieur • Umfeld der Automobilindustrie 2 • Einführung in die Fahrzeugsicherheit • Unfallanalyse 3 • Beleuchtung • Klimatisierung, Glas 4 • Sichtkonzeption, • Bedienkonzeption 5 • Fahrerassistenzsysteme - Einführung, Gliederung von FAS 6 • Fahrerassistenzsysteme - Sensoren und Aktuatoren 7 • Fahrerassistenzsysteme - Applikationen 8 • Längs- und Querdynamikregelung 9 • Längs- und Querdynamikregelung 10 • Biomechanik • Fußgängerschutz 11 • Rückhaltesysteme 12 • Pre-Crash • Post-Crash 13 • Anforderung an die Systemintegrität 14 • Virtuelle Realität 15

	• Fahrerassistenzsysteme im Nutzfahrzeug
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Den Studierenden sind die Grundlagen der Unfallanalyse bekannt. • Den Studierenden sind die Anforderungen an Fahrerassistenzysteme bekannt • Ihnen sind die regelungstechnischen Grundlagen bekannt und sie können elementare Modellansätze zur Analyse von FAS-Szenarien aufstellen. • Die Studierenden sind mit dem Regelkreis Fahrer - Fahrzeug - Umwelt vertraut und kennen die Aufgaben des Fahrers bzgl. der Fahrzeugführung Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Prüfungen erfolgreich abgelegt: - Fahrzeugtechnik I, II - Regelungstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Prüfungen erfolgreich abgelegt: - Fahrzeugtechnik I, II - Regelungstechnik
Literatur	Übungsumdruck
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit (401438801)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014379
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Fahrzeugbauweisen • Einteilung in unterschiedliche Fahrzeugklassen • Definition unterschiedlicher Aufbauarten 2 • Plattformen, Module und Package • Erläuterung der Plattformstrategie • Definition von Modulbauweisen 3 • Aerodynamik und Design • Einflüsse auf verschiedene Fahrzeugaspekte • Gestaltung des Fahrzeuginnenraums 4 • Struktursteifigkeiten und Verbindungsmöglichkeiten • Belastungen der Karosserie im Fahrbetrieb • Erläuterung unterschiedlicher Fügeverfahren 5 • Leichtbaumaßnahmen • Leichtbauwerkstoffe • Konstruktiver Leichtbau und dessen Grenzen 6 • Konstruktive Gestaltung von Fahrzeug-Karosserien • Definition unterschiedlicher Strukturelemente 7 • Betriebsfestigkeit • Erläuterung der Ermüdungsfestigkeit • Bauteilbeanspruchung 8 • Funktions- und Dauererprobung • Untersuchung eines Betriebsfestigkeitsnachweises • Beschreibung unterschiedlicher Prüfanlagen 9 • FEM-Analyse und Crashberechnung • FEM bei der Strukturanalyse • Computergestütze Optimierung 10 • Passive Sicherheit, Energieabsorption und Deformation • Grundlagen der passiven Sicherheit • Energieabsorption unterschiedlicher Strukturbauteile und Kompatibilität

	11 • Frontalcrash und Seitencrash • Europäische und amerikanische Crashkonfigurationen 12 • sonst. Crashkonfigurationen • weitere Crashnormen • Erläuterung der Versuchstechnik
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen unterschiedliche Aspekte, die mit der konstruktiven Gestaltung und den Anforderungen an Karosseriestrukturen einhergehen. • Die Studierenden kennen die verschiedenen Anforderungen an unterschiedlichste Fahrzeugtypen. • Die Studierenden kennen und wissen die Einsatzmöglichkeiten verschiedener Prüfstände und Versuchstechniken für Strukturuntersuchungen. • Die Studierenden kennen verschiedene Fügeverfahren und die zugehörigen Einsatzbedingungen. • Die Studierenden kennen die Einsatzmöglichkeiten von Dauerprobungen und können die daraus resultierenden Ergbenisse interpretieren. • Die Studierem kennen die Einsatzmöglichkeiten von computergestützter Auslegung von Bauteilen und wissen unterschiedliche Aspekte der Komponentenoptimierung mittels Simulation. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren und geeignete Lösungen entsprehenden den gegebenen Randbedingungen zu formulieren. • Während der Übungseinheiten wird zwischen den Übungsleitern und den Studierenden ein Dialog geführt, währenddessen eine Lösungsfindung durchgeführt wird. • Zur Lösungsfindung gegebener Problemstellungen werden in Kleingruppen entsprechende Ansätze erarbeitet.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Skript zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen (401437901)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Grundlagen der Maschinen und Strukturdynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011019
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung • Grundlegende Zusammenhänge • Anwendungsgebiete 2 • Dynamische Ersatzsysteme • Bauteile • Baugruppen 3 • Eigenverhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit einem Freiheitsgrad • Gedämpfte freie Schwingungen • Längsschwinger mit trockener Reibung 4 • Verhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit einem Freiheitsgrad bei Zwangserregung • Harmonische Krafterregung mit frequenzunabhängiger Amplitude • Unwuchterregung • Wegerregung 5 • Verhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit einem Freiheitsgrad bei Zwangserregung • Fahrzeugschwingungen • Seismische Erregung • Allg. periodische Erregung 6 • Auswuchten starrer und elastischer Rotoren • Anwendungen und Grundlagen • Unwuchtdarstellungen • Ermittlung und Ausgleich von Unwuchten 7 • Auswuchten starrer und elastischer Rotoren • Unwuchtmessungen • Unwuchtgüte 8 • Eigenverhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit mehreren Freiheitsgraden • Näherungsweise Bestimmung der Eigenkreisfrequenzen • Exakte Eigenkreisfrequenzen 9 • Eigenverhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit mehreren Freiheitsgraden • Zustandsgleichungen • Eigenwertproblem

10
• Verhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit mehreren Freiheitsgraden bei Zwangserregung
• Zustandsgleichungen
• Frequenzgangsmatrix
• Amplituden und Phasenfrequenzgang

11
• Biegekritische Drehzahlen:
• Welle mit einer Scheibe
• Welle mit einer oder mehreren Scheiben

12
• Selbsterregte Schwingungssysteme
• Selbsterregte Reibungsschwingungen
• Aerodynamisch selbsterregte Schwingungen

13
• Verhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit mehreren Freiheitsgraden bei Parametererregung
• Zahnradgetriebe
• Hubkolbenmaschine

14
• Einführung in MKS-Simulationsprogramme
• ADAMS
• SIMPACK
• SimMechanics

15
• Anwendungsbeispiel
• Schwingungsanalyse
• Maßnahmen zur Schwingungsvermeidung
• Auslegung

Lernziele/Lernergebnisse

Fachbezogen:

• Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über die Grundlagen der Maschinendynamik.
• Die Studierenden sind in der Lage ein Schwingungssystem zu erfassen, zu beschreiben und einer Analyse zuzuführen.
• Die Studierenden kennen die wichtigsten Merkmale der verschiedenen Schwingungssysteme und sind in der Lage die für das jeweilige Schwingungssystem die passenden Auslegungsverfahren anzuwenden.
• Die Studierenden sind fähig, den Unwuchtzustand eines Rotors zu beschreiben und die für das vollständige Auswuchten erforderlichen Ausgleichsunwuchten zu bestimmen.
• Die Studierenden kennen die Verfahren zur exakten und näherungsweisen Bestimmung von Eigenfrequenzen.
• Die Studenten kennen den Unterschied zwischen Bewegungsgleichungen und Zustandsgleichungen.
• Für die zu analysierenden Maschinen und Schwingungssysteme leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen die erforderlichen Methoden und Verfahren zur Synthese und Analyse her. Sie sind damit in der Lage mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, umfassende Fragestellungen und Probleme zur Auswahl und Auslegung von Schwingungssystemen aus der Industrie zu beantworten und zu lösen.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)

Empfohlene Voraussetzungen:
" Mechanik I,II,III
" Mathematik I, II, III und numerische Mathematik

(empfohlene) Voraussetzungen

Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module)

• Mechanik I,II,III
• Mathematik I bis III und numerische Mathematik

Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …)

• Grundlagen der Maschinen- und Strukturdynamik

Literatur	• Dresig, H.; Holzweißig, F.: Maschinendynamik. Springer-Verlag Berling Heidelberg New York, 6. Auflage 2005, 526 Seiten, mit 60 Aufgaben und Lösungen, ISBN 3-540-01362-8 • Dresig, H.: Schwingungen mechanischer Antriebssysteme. Springer-Verlag Berlin u.a., 2001 • Gasch, R.; Nordmann, R.; Pfützner, H.: Rotordynamik. Springerverlag Berlin u.a., 2. vollständig neubearbeitete und erweiterte Auflage 2002, 705 Seiten, ISBN 3-540-41240-9 • Pfeiffer, F.: Einführung in die Dynamik. Teubner, 1992 Magnus, K.; Popp, K.: Schwingungen, Teubner Verlag, 2002 • Ulbrich, H: Maschinendynamik, Teubner Verlag, 1996 VDI-Richtlinie 2149: Getriebedynamik Blatt 1: Starrkörper-Mechanismen, dt./engl., 72 Seiten, Nov. 1999
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. Burkhard Corves
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen der Maschinen und Strukturdynamik (401101901)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Grundlagen der Maschinen- und Strukturdynamik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Grundlagen der Maschinen- und Strukturdynamik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Luftfahrtantriebe II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011608
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Moderne Luftfahrtantriebe spielen im weltweiten Personen- und Warenverkehr eine bedeutende Rolle. Flugzeuge sind fester Bestandteil unserer modernen Infrastruktur und benötigen für einen profitablen Einsatz hoch effiziente und leistungsstarke Triebwerke. Um diese Anforderungen erfüllen zu können, ist ein tiefes Verständnis der Aero- und Thermodynamik in den unterschiedlichen Luftfahrtantrieben erforderlich. Die Vorlesung Luftfahrtantriebe II baut auf der Vorlesung Luftfahrtantriebe I auf. Die Grundlegenden Erkenntnisse aus Luftfahrtantriebe I werden auf aktuelle Triebwerkskonzepte, wie z.B. das Zweistrom-Turbinen-Luftstrahl-Triebwerk (Turbofan) und das Propeller-Turbinen-Luftstrahl-Triebwerk (Turboprop), angewendet. Dabei orientiert sich das Vorlesungskonzept weiter an dem analytischen Charakter der vorangegangenen Vorlesung. Alle Zusammenhänge werden nachvollziehbar analytisch hergeleitet und wichtige Auslegungs- und Betriebsparameter abgeleitet. Ebenso ist der Vergleich der vermittelten Berechnungsmethoden mit gängiger Performance Software Inhalt der Vorlesung. Neben den Gesamtsystembetrachtungen werden im Rahmen von Luftfahrtantriebe II ; auch die einzelnen Komponenten der verschiedenen Triebwerkskonzepte im Detail betrachtet. Dabei stehen die Funktionsweisen und wichtigsten Betriebsparameter der Komponenten im Fokus.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen den Aufbau und die Funktionsweise der unterschiedlichen Triebwerksbauarten • Sie sind in der Lage die aerothermodynamischen Zusammenhänge zu erkennen und zu erklären • Sie können die aerothermodynamischen Gesetze auf die Problemstellungen bei der Nachrechnung von Triebwerken anwenden Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren • Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Thermodynamik " Strömungsmechanik I " Grundlagen der Turbomaschinen " Luftfahrtantriebe I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Thermodynamik • Strömungsmechanik I • Grundlagen der Turbomaschinen • Luftfahrtantriebe I
Literatur	• Koschel, W. und Niehuis, R.: Luftfahrtantriebe II, Vorlesungsumdruck • Münzberg, H.G.: Flugantriebe, Springer Verlag Berlin 1972
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur. Die Endnote setzt sich zu 100% aus der Klausurnote zusammen. Bonuspunktregelung: Durch erfolgreiches Bearbeiten der Zwischenprüfung können bis zu 5% Bonuspunkte bezogen auf die reguläre Klausur erreicht werden.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Luftfahrtantriebe II (401160801)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Luftfahrtantriebe II	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Luftfahrtantriebe II	1. Semester	2. Semester	-	2
Bonuspunkteprüfung Luftfahrtantriebe II	1. Semester	2. Semester	-	0

Modultitel	Reaktionstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014422
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Zukünftige Änderung der Rohstoffbasis und der chemischen Routen zur Herstellung von Chemikalien • Biologische und chemische Prozesse, jeweilige typische Vor- und Nachteile • Notwendigkeit zur Beschreibung, Modellierung und Simulation von kinetischen Phänomenen 2 • Unstrukturierte, strukturierte, segregierte Modelle von kinetischen Phänomenen • Klassifizierung von Reaktionen: homogene, heterogene Reaktionen, Chemische Katalysatoren, Typen von Biokatalysatoren • Reaktionsordnungen 3 • Kinetik chemischer und biologischer Elementarreaktionen • Limitierungen, Inhibierungen, Aktivierungen • Verschiedene Phasen des Wachstums von Mikroorganismen, Mathematische Ansätze zu deren Beschreibung 4 • Reaktionsstöchiometrien chemischer und biologischer Reaktion • aerobe/anaerobe Reaktionen: respiratorischer Quotient 5 • Reaktionswärmen • Batch-, kontinuierliche Reaktoren, Vor- und Nachteile 6 • Herleitung der Bilanzen für Reaktoren mit Rückführungen • Bilanzen für Reaktoren mit Zuführungen: fed-batch-Reaktor 7 • Reaktoren mit immobilisierten Katalysatoren, Katalysatoren mit Diffusionswiderständen • Thiele Modulus 8 • Instationäre Zustände und Reaktionen • Mehrkomponenten-Reaktionen 9 • Einfluss des pH-Wertes auf biologische Reaktionen • Temperatureinfluss auf biologische und chemische Reaktionen 10 • Einfluss des osmotischen Druckes auf biologische Reaktionen • Eduktüberschuss-, Produkt- und Nebenprodukt-Inhibierungen 11 • Parallelreaktionen • Sequentielle Reaktionen

	12 • Verhalten von Reaktionssystemen mit Eduktüberschuss-, Produktinhibierung oder Katabolitrepression im Fed-batch 13 • Kinetische Beschreibung von Bioprozessen mit Katalysatorrückführung • Beschreibung von Prozessen unterschiedlicher Kinetik mit Reaktorkaskadierung 14 • Interaktion von Reaktion und Stofftransport 15 • Regelungsstrategien
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind fähig, die Bedeutung der Kinetik für chemische und biologische Prozesse zu interpretieren und in Bezug zur Gleichgewichtsthermodynamik zu setzen. • Die Studierenden können grundlegende kinetische Begriffe definieren und wesentlich kinetische Phänomene beschreiben. • Die Studierenden können die unterschiedlichen Zeitskalen von Elementarprozessen einschätzen und in Modellen adäquat berücksichtigen. • Die Studierenden kennen verschiedene Optimierungsziele und können diese situationsbedingt anwenden. • Die Studierenden können die Gesamtkinetik von biologischen und chemischen Reaktionen aus der Überlagerung von kinetischen Einzelreaktionsprozessen ableiten. • Die Studierenden kennen typische Reaktorkonfigurationen und können für beispielhafte Prozesse optimale Reaktorkonfigurationen und Reaktorbetriebsweisen herleiten und beurteilen. • Die Studierenden lernen wesentliche Beispiele für homogene, heterogene, enzymatische und Ganzzell-Katalyse kennen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können mit Simulationswerkzeugen umgehen. • Die Studierenden sind in der Lage, komplexe Gesamtprozesse systematisch in Teilprobleme zu zerlegen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Levenspiel: Chemical Reaction Engineering, Wiley & Sons, 3rd edition, 1999. • Bailey, Ollis: Biochemical Engineering Fundamentals, McGraw-Hill, 1st edition 1988 • Vorlesungsunterlagen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jochen Büchs
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Reaktionstechnik (401442201)	1. Semester	2. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Reaktionstechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Reaktionstechnik	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Maschinendynamik starrer Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010947
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master

Inhalt	1
	• Einführung
	• Grundlegende Zusammenhänge
	• Ebene Kinematik und Dynamik von Starrkörpern
	2
	• Dynamische Kraftanalyse ebener Starrkörper mit geschlossenen kinematischen Ketten: Graphische Methoden
	3
	• Dynamische Kraftanalyse ebener Starrkörper mit geschlossenen kinematischen Ketten: Analytische Methoden
	4
	• Bewegungsanalyse ebene Mechanismen mit Starrkörpern
	  • Systeme ohne Reibung
	  • Systeme mit Reibung
	5
	• Kinematik und Dynamik einer Einzylinderhubkolbenmaschine
	• Dynamisches Ersatzsystems des Pleuels
	• Umlaufmoment einer Einzylinderhubkolbenmaschine
	6
	• Dynamik von Mechanismen mit elastischen Gliedern
	7
	• Massenausgleich von Einzylinderhubkolbenmaschinen
	  • Ermittlung der Trägheitskräfte
	  • Ausgleich der Trägheitskräfte
	  • Ermittlung der Trägheitsmomente
	  • Ausgleich der Trägheitsmomente
	8
	• Massenausgleich von Mehrzylinder-Maschinen:
	  • Rechnerische Ermittlung der Trägheitskräfte
	  • Graphische Ermittlung der Trägheitskräfte
	  • Ermittlung der Trägheitsmomente
	9
	• Momentenausgleich von Mehrzylinderhubkolbenmaschinen
	10
	• Einführung in den Leistungsausgleich von Mechanismen und Hubkolbenmaschinen
	• Aufstellen der Leistungsbilanz
	11
	• Bewegungsgleichung
	  • Äußere Kräfte und Momente
	  • Kinetische Energie

	• Potentielle Energie 12 • Allgemeine Lösung der Bewegungsgleichung • Lösung der Bewegungsgleichung mit konstanten Massenträgheitsmoment • Lösung der Bewegungsgleichung für konstante Antriebswinkelgeschwindigkeit • Lösung der Bewegungsgleichung für eine vorgegebene Bewegung • Lösung der Bewegungsgleichung für konstante Energien 13 • Verlauf der Kurbel-Winkelgeschwindigkeit • Ungleichförmigkeitsgrad 14 • Einfluss des Schwungrades auf den Winkelgeschwindigkeitsverlauf der Kurbel • Graphische Schwungradermittlung 15 • Analytische Schwungradermittlung • Nähungsweise Ermittlung des Schwungrad-Massenträgheitsmomentes
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über die Massenkräfte und Massenmomente von Einzylinder- und Mehrzylinderhubkolbenmaschinen. • Die Studierenden kennen die wesentlichen Möglichkeiten des Massen- und Leistungsausgleich von Hubkolbenmaschinen und anderen mehrgliedrigen Drehgelenkgetrieben. • Die Studierenden sind fähig, bei Mechanismen und Maschinen mit zu großen Massenkräften, geeignete Ausgleichmaßnahmen vorzuschlagen, die entsprechenden Berechnungen durchzuführen und dabei die Ausgleichsmaßnahme komplett auszulegen. Dabei sind sie sich der Kompromisse bewusst, die hinsichtlich der anwachsenden Gelenkkräfte und Antriebsmomente gegenüber der Reduzierung der Massenkräfte einzugehen sind. • Die Studierenden kennen die wesentlichen Zusammenhänge, die zu Drehzahlschwankungen infolge nicht konstanter und auf die Antriebwelle bezogener Massenträgheitsmomente und veränderlicher Leistungszufuhr entstehen. Dabei sind sie in der Lage die jeweils wesentlichen Einflussfaktoren aufzugliedern und hieraus geeignete Maßnahmen zum Leistungsausgleich festzulegen. • Für zu analysierende Maschinen und Mechanismen leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen erforderliche Bestimmungsgleichung zum Massen- und Leistungsausgleich her. Sie sind damit in der Lage mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, jegliche Fragestellungen und Probleme zum Massen- und Leistungsausgleichs aus der Industrie zu beantworten und zu lösen. • Die Studierenden sind fähig aus einer dynamischen Analyse, praktische und innovative Handlungsanweisungen zum Massen- und Leistungsausgleich herzuleiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen : " Mechanik I,II,III " Mathematik I bis III und Numerische Mathematik
(empfohlene) Voraussetzungen	• Mechanik I,II,III • Mathematik I bis III und numerische Mathematik
Literatur	• Dresig, H.; Holzweißig, F.: Maschinendynamik. Springer-Verlag Berling Heidelberg New York, 6. Auflage 2005, 526 Seiten, mit 60 Aufgaben und Lösungen, ISBN 3-540-01362-8 • VDI-Richtlinie 2149: Getriebedynamik (Fachausschuss A204, Ltng. Prof. Dresig) Blatt 1: Starrkörper-Mechanismen, dt./engl., 72 Seiten, Nov. 1999 • Dresig, H.: Schwingungen mechanischer Antriebssysteme. Springer-Verlag Berlin u.a., 2001 • Gasch, R.; Nordemann, R.; Pfützner, H.: Rotordynamik. Springerverlag Berlin u.a., 2. vollständig neubearbeitete und erweiterte Auflage 2002, 705 Seiten, ISBN 3-540-41240-9 • Pfeiffer, F.: Einführung in die Dynamik. Teubner, 1992 • Magnus, K.; Popp, K.: Schwingungen, Teubner Verlag, 2002 • Heimann, B.; Gerth, W.; Popp, K.: Mechatronik. Fachbuchverlag Leipzig, 1998, 2. Auflage 2002 • Ulbrich, H: Maschinendynamik, Teubner Verlag, 1996
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur

Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr.-Ing. Mathias Hüsing Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. Burkhard Corves
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Maschinendynamik starrer Systeme (401094701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Maschinendynamik starrer Systeme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Maschinendynamik starrer Systeme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Continuum Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012505
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Materielle Körper, Konfigurationen, Koordinaten • Starrkörperbewegung 2 • Deformationsgradient 3 • Verformungen von Flächen- und Volumenelementen • Verschiebung, Verzerrung und Scherung 4 • Spektralzerlegung symmetrischer Tensoren • Verzerrungsinvarianten 5 • Polarzerlegung des Deformationsgradienten, Strecktensoren 6 • Verallgemeinerte Verzerrungen • Deformationsgeschwindigkeitsgradient 7 • Cauchy-Spannungstensor 8 • Impulserhaltungssatz 9 • Skalare Form des Impulserhaltungssatzes 10 • Momentenerhaltungssatz 11 • Erhaltungsatz der mechanischen Energie • Konjugierte Spannungs-Verzerrungs-Größen 12 • Konstitutive Theorie, Noll-Axiome • Materielle Objektivität 13 • Konstituitive Beziehungen, „Einfache“ Materialien • Elastische Materialien 14 • Materialsymmetrie, isotrope Materialen • Hyperelastische Materialien

	15 • Übungsklausur
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Durch die Lehrveranstaltung erhalten die Studierenden grundlegende Kenntnisse der Kontinuumsmechanik die durch praxisnahe Übungen gefestigt werden. Die Studierenden... • können Verzerrungs- und Spannungszustände, infolge großer elastischer Verformungen beschreiben. • sind in der Lage, Verzerrungs- und Spannungstensoren zu berechnen. • können Bilanzgleichungen für verschiedene Problemstellungen formulieren und anwenden. • kennen die Prinzipien der konstitutiven Theorie. • können einfache Materialgesetze formulieren und anwenden. • sind fähig, moderne Literatur zur Kontinuumsmechanik zu lesen. Im Zusammenhang mit der Lehrveranstaltung wenden die Studierenden die moderne absolute Schreibweise für Tensoren an. Bei der Lösung praktischer Beispiele sind Sie in der Lage, sowohl kartesische als auch beliebige krummlinige Koordinaten anzuwenden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten. • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: "Englisch "Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Englisch • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I
Literatur	• Ogden, R.W. Non-linear Elastic Deformations, Ellis Harwood Ltd. (1984) • Basar, Y., Weichert D. Nonlinear Continuum Mechanics of Solids, Springer (2000)
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Continuum Mechanics (401250501)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Continuum Mechanics	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Continuum Mechanics	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014349
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Begriff des Vektorraums, Endlichdimensionale Vektorräume • Geometrische Darstellung von Vektoren 2 • Beispiele von verschiedenen Vektorräumen Basis und Dimension eines Vektorraums 3 • Vektorkomponenten, Summationskonvention • Skalarprodukt von Vektoren, Euklidischer Raum 4 • Orthonormale Basis • Dualbasis 5 • Tensoren zweiter Stufe als lineare Abbildung • Rechte und linke Abbildung 6 • Tensorprodukt 7 • Basisdarstellung eines Tensors 8 • Basiswechsel, Transformationsregeln 9 • Spezielle Operationen mit Tensoren zweiter Stufe • Tensorfunktionen, exponentielle Tensorfunktion 10 • Transponierung von Tensoren, symmetrische und schiefsymmetrische Tensoren • Invertierung von Tensoren 11 • Skalarprodukt von Tensoren • Zerlegung von Tensoren zweiter Stufe 12 • Vektor- und tensorwertige Funktionen, Differentialrechnung 13 • Koordinaten im Euklidischen Raum, Tangentenvektoren • Koordinatentransformation, kovariante und kontravariante Komponenten 14 • Gradient, kovariante Ableitung

	• Christoffelsymbole, Darstellung der kovarianten Ableitung 15 • Übungsklausur
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Die Tensor Algebra ist die Sprache der modernen Kontinuumsmechanik und der Materialmodellierung. Die Studierenden... • sind fähig, moderne wissenschaftliche Literatur der Materialtheorie und Kontinuumsmechanik zu lesen und zu verstehen. • sind in der Lage, Tensorgleichungen in der Absolutschreibweise als auch in der Index-Notation zu formulieren und zu interpretieren. • können die theoretischen Konzepte der Tensorrechnung auf reale Problemstellungen übertragen und numerisch implementieren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten. • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Englisch Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...): " Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Englisch Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...): • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II
Literatur	• Halmos, P.R. Finite-Dimensional Vector Spaces. Van Nostrand, New York, 1958. • Itskov, M. Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers with Applications to Continuum Mechanics, Springer (2007, to appear).
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I (401434901)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011488
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Dreidimensionale Vektorfelder • Divergenz und Rotation 2 • Eigenwertproblem von Tensoren zweiter Stufe • Eigenwerte und Eigenvektoren 3 • Charakteristisches Polynom • Hauptinvarianten von Tensoren zweiter Stufe 4 • Beziehungen zwischen Hauptinvarianten, Hauptspuren und Eigenwerten 5 • Spektraldarstellung und Eigenprojektionen • Spektrale Zerlegung eines symmetrischen Tensors 6 • Cayley-Hamilton Theorem 7 • Skalarwertige isotrope Tensorfunktonen • Darstellungen von isotropen Tensorfunktionen 8 • Skalarwertige anisotrope Tensorfunktonen • Rychlewski-Theorem 9 • Materialsymmetrie • Isotrope, transversale isotrope und orthotrope Materialien 10 • Ableitungen von skalarwertigen isotropen Tensorfunktonen • Differentationsregeln für Tensoren 11 • Ableitungen von Hauptinvarianten, Hauptspuren und Eigenwerten von Tensoren zweiter Stufe 12 • Konstitutive Beziehungen für hyperelastische Materialien 13 • Tensorwertige isotrope Tensorfunktionen • Darstellungssatz 14

	• Beispiele von konstitutive Beziehungen für isotrope und anisotrope elastische Materialien 15 • Übungsklausur
Lernziele/Lernergebnisse	Ergänzend zum ersten Teil der Lehrveranstaltung erhalten die Studierenden einen Einblick in die moderne Differentialgeometrie und Materialmodellierung. Die Studierenden... • lernen die Begriffe Materialsymmetrie, Isotropie, Ansiotropie • sind in der Lage, konstitutive Beziehungen für isotrope und anistrope Materialien (wie z.B. Faserverstärkte Kunststoffe oder biologischer Gewebe) zu formulieren. • können unter Anwendung der Feldtheorie und Differentialrechnung verschiedene Gleichgewichtsbeziehungen sowohl in der Absolutschreibweise als auch in der Index- Notation formulieren. • können die theoretischen Konzepte der Materialmodellierung auf reale Problemstellungen übertragen und numerisch implementieren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten. • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I " Englisch
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I • Englisch
Literatur	• Halmos, P.R. Finite-Dimensional Vector Spaces. Van Nostrand, New York, 1958. • Itskov, M. Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers with Applications to Continuum Mechanics, Springer, 2007.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II (401148801)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Kosten und Wirtschaftlichkeit von Bioprozessen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014424
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Prozess- und Kostenmodelle • Aussagekraft von Bioprozessmodellen 2 • Kostenschätzung im Investitionsprojekt • Inhalte von Projektstudien 3 • Methoden zur Schätzung von Herstellkosten • Fließbildern und Massen- und Energiebilanzen • Personalkostenschätzung 4 • Methoden zur Schätzung von Investitionskosten • detaillierte Methoden vs. Regressionsgleichungen • Kostenfaktoren 5 • Kenngrößen der Wirtschaftlichkeit • Abschreibung, Steuern, Cash-flow • Break-Even, ROI, Amortisationszeit 6 • Dispositionsrechnungen • Deckungsbeitragsmethode • Anlagenkapazität 7 • Betrachtung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten • Gestaltung der Forschungspipeline 8 • (Übung) Einführung in SuperProDesigner • Flowsheeting, Definition des Prozesses • Beispiel: Herstellung eines monoklonalen Antikörpers 9 • (Übung) Einführung in SuperProDesigner II • Anwendung zur Wirtschaftlichkeitsberechnung • Eingangsgrößen, Interpretation • Beispiel: Herstellung eines monoklonalen Antikörpers 10 • (Übung) Sensitivitätsanalysen • Variation von Rohmaterialkosten und Verkaufspreis • Beispiel: Humaninsulinproduktion 11

	• (Übung) Sensitivitätsanalysen • Anlagendurchsatz und Lizensierung • Beispiel: Humaninsulinproduktion 12 • (Übung) Vergleich von Kostenschätzungsmethoden • Schwerpunkt manuelle Methoden • Beispiel: beta-Galactosidase-Anlage 13 • (Übung) Vergleich von Kostenschätzungsmethoden • Schwerpunkt PC-basierte Methode und Diskussion • Beispiel: beta-Galactosidase-Anlage 14 • (Übung) Einfluss des Bioprozessmodells • Simulation der Lysinsynthese (ModelMaker) 15 • (Übung) Verknüpfung von Bioprozessmodell und Kostenmodell • Beispiel: Lysinsynthese (SuperProDesigner)
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten kennen die Inhalte und Aussagekraft von Prozessmodellen und Kostenmodellen und können diese differenzieren. • Die Studierenden verstehen die grundlegenden Begriffe aus der Kosten- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und können diese für gegebene Prozesse anwenden. • Die Studierenden interpretieren Wirtschaftlichkeitsberechnungen angemessen und können daraus Folgerungen für den Bioprozess ableiten. • Die Studierenden sind in der Lage, manuelle und computergestützte Kostenrechnungsmethoden anzuwenden und deren Vorhersage zu beurteilen. • Die Studierenden können typische Projektfragestellungen auf wirtschaftliche und Prozessfragestellung hin analysieren und übertragen diese adäquat in Software. • Die Studierenden lernen typische Anlagenkonfigurationen für biotechnische Produkte kennen und können für unbekannte Prozesse geeignete Anlagenkonfigurationen vorschlagen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können MS - Excel für die Erstellung von Diagrammen nutzen. • Die Studierenden lernen, umfangreiche Software gezielt anzuwenden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Englisch - Kenntnisse
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Englisch - Kenntnisse
Literatur	• W. Storhas, Bioverfahrensentwicklung, Wiley-VCH, Weinheim, 2003. Daraus: Kapitel 9 und 10 • Vorlesungsunterlagen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jochen Büchs
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	60,0

Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	30,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Kosten und Wirtschaftlichkeit von Bioprozessen (401442401)	1. Semester	2. Semester	2	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Kosten und Wirtschaftlichkeit von Bioprozessen	1. Semester	2. Semester	-	1
Übung Kosten und Wirtschaftlichkeit von Bioprozessen	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Produktaufarbeitung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010853
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Fallstudie, Sedimentation, Zentrifugation, Zellaufschluss, Filtration, Membranen, Fällung, Extraktion, Adsorption, Chromatographie, Kristallisation, Prozesssynthese
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studierenden kennen die typischen Grundoperationen zur Aufarbeitung von fermentativ hergestellten Produkten, wie z.B. Interferon oder Zitronensäure. • Die Studierenden verstehen den Aufbau von Aufreinigungsverfahren fermentativ hergestellter Produkte. • Die Studierenden verstehen die Funktionsweise der vorgestellten Grundoperationen auf Basis physikalischer Effekte. Fertigkeiten und Kompetenzen: • Die Studierenden können einzelne Grundoperationen auf Basis der für die Stofftrennung verantwortlichen Phänomene berechnen. • Die Studiereden sind in der Lage, für ein fermentativ hergestelltes Produkt in einem gegebenen Produktionssystem eine geeignete Aufarbeitungsroute vorzuschlagen und zu begründen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Bioprozesskinetik " Thermische Trennverfahren
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Grundoperationen der Verfahrenstechnik, Reaktionstechnik
Literatur	Empfohlene weiterführende Literatur: Ladisch MR. Bioseparations Engineering- Principle, Practise and Economics. New York: Wiley Interscience Belter PA et al. Bioseparations – Downstream Processing for Biotechnology. New York: Wiley &; Sons, (1988) Chmiel H. Bioprozesstechnik. München: Spektrum, 2nd ed., (2006) Chapter 10
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder der mündlichen Prüfung .
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Andreas Jupke
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Produktaufarbeitung (401085301)	1. Semester	2. Semester	3	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Produktaufarbeitung	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Produktaufarbeitung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Elektromechanische Antriebstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013311
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung • Grundlegende Zusammenhänge • Anwendungsgebiete 2 • Beuformen von Getrieben: Getriebearten nach Hauptbaulementen, Getriebearten nach Funktion 3 • Kurbelgetriebe • Grundlagen und Anwendungen • Graphische Lageanalyse • Rechnerische Lageanalyse 4 • Kurbelgetriebe • Graphische Lagesynthese 5 • Kurbelgetriebe • Rechnerische Lagesynthese • Totlagensynthese 6 • Kurbelgetriebe • Geschwindigkeiten (rein graphische Verfahren) 7 • Kurbelgetriebe • Geschwindigkeiten (Euler/Satz der Relativgeschwindigkeit) 8 • Kurbelgetriebe • Beschleunigungen (Euler) 9 • Kurvengetriebe • Beschleunigungen (Satz der Relativbeschleunigungen) 10 • Kurvengetriebe • Grundlagen und Anwendungen • Bewegungsaufgabe und Übergangsfunktion • Kinematische Hauptabmessungen 11 • Kurvengetriebe • Hodographenverfahren • Verfahren nach Flocke

	• Führungs- und Arbeitskurve 12 • Elektrische Drehantriebe • Elektrische Linearantriebe 13 • Motormodelle • Regelung von elektrischen Antrieben 14 • Anwendungsbeispiel • Prinzipsynthese • Maßsynthese • Auslegung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über die Grundlagen sowie Auslegung und Berechnung von elektromechanischen Antriebssystemen. • Die Studierenden sind in der Lage eine Bewegungsaufgabe zu erfassen, zu beschreiben und in einer Anforderungsliste an die Bewegungseinrichtung zusammenzufassen. • Die Studierenden kennen die wichtigsten Merkmale der verschiedenen elektrischen Antriebe und sind in der Lage, die für die jeweilige Antriebsaufgabe optimalen Antriebe auszuwählen. • Die Studierenden sind fähig, nach Antriebsauswahl mit Hilfe verfügbarer Katalogdaten die entsprechenden Berechnungen durchzuführen. • Die Studierenden kennen die wesentlichen Unterschiede und Einsatzarten von Kurbel- und Kurvengetrieben. Dabei sind sie in der Lage, die jeweils wesentlichen Einflussfaktoren aufzugliedern und hieraus geeignete Verfahren zur Getriebeauswahl anzuwenden. • Für die zu analysierenden Maschinen und Mechanismen leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen die erforderlichen Methoden und Verfahren zur Synthese und Analyse her. Sie sind damit in der Lage, mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, umfassende Fragestellungen und Probleme zur Auswahl und Auslegung von Bewegungseinrichtungen aus der Industrie zu beantworten und zu lösen. Nicht fachbezogene Lernziele (z.8. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.) • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mechanik I,II,III " Mathematik I bis III und numerische Mathematik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Mechanik I,II,III • Mathematik I bis III und numerische Mathematik
Literatur	• Kerle, H.; Corves, B.; Hüsing, M.: Einführung in die Getriebelehre. Stuttgart Leipzig Wiesbaden: B.G. Teubner Verlag, 2011. • Luck, K.; Modler, K.-H..: Getriebetechnik: Analyse, Synthese, Optimierung. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 1995.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung. Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur bzw. Mündlichen Prüfung, falls ausschließlich mündliche Prüfungen stattfinden.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. Burkhard Corves
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündliche Prüfung Elektromechanische Antriebstechnik (401331101)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Elektromechanische Antriebstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Elektromechanische Antriebstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Krafträder (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012516
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einleitung • Verkehrssytem Kraftrad - Daten & Fakten 2 • Längsdynamik • Antreiben und Bremsen, Motoren, Getriebe und Antriebe 3 • Querdynamik • Reifen, Fahrverhalten und -stabilität, Fahrwerke und Rahmen 4 • Vertikaldynamik • Fahrkomfort und Schwingungen, Federn und Dämpfer 5 • Sicherheit • Grundlagen der aktiven und passiven Sicherheit 6 • Neue Fahrzeugkonzepte • Ausblick auf neue Fahrzeugkonzepte, Neudefinition der Transportaufgabe
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben Kenntnis über die Grundlagen im Bereich der Krafträder: 1. Verkehrssystem Kraftrad 2. Längsdynamik 3. Querdynamik 4. Vertikaldynamik 5. Sicherheit 6. Neue Fahrzeugkonzepte Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Umdruck zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Krafträder (401251601)	2. Semester	1. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Krafträder	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Krafträder	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Industrieller Entwicklungsprozess von PKW-Antrieben (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014395
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Der Entwicklungsprozess und die Rolle des Entwicklungsingenieurs 2 • Exkursion zum Ford Testgelände Lommel (B) 3 • Ingenieurswerkzeuge und -techniken • QFD / FMEA. Robust Engineering • Übungen zu den Ingenieurswerkzeugen 4 • Ingenieurswerkzeuge und -techniken • SPC, Six Sigma • Übungen zu den Ingenieurswerkzeugen 5 • Ingenieurswerkzeuge und -techniken • Übungen zu den Ingenieurswerkzeugen 6 • Optimierung des Antriebssystems • Verbrauch, Abgase, Fahrleistungen • Akustik, Schwingungen, Vibrationen 7 • Übung Optimierung des Antriebssystems hinsichtlich Verbrauch, Abgase, Fahrleistungen 8-9 • Übung Optimierung des Antriebssystems hinsichtlich Akustik, Schwingungen, Vibrationen 10 • Ausführungsbeispiele mit Entwicklungsschwerpunkten • Entwicklung eines Handschaltgetriebes 11 • Ausführungsbeispiele mit Entwicklungsschwerpunkten • Optimierung des Motor-Getriebe-Systems • Ablauf eines Erprobungsprogramms
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden lernen die Entwicklungswerkzeuge zur systematischen Erarbeitung von konstruktiven Lösungen kennen. Hierzu zählen FMEA, SPC, Risiko-Prioritäts-Zahlen, Kano-Modelle... • Diese Werkzeuge werden anhand von Praxisbeispielen motiviert und angewendet. • Durch zahlreiche Übungen werden die Studierenden an den Qualitätsbegriff herangeführt und sensibilisiert.

	• Durch übergreifende Bauteilbetrachtungen (Motor/Gertiebeeinheit) wird das Verständnis für gesamtheitliche Systeme trainiert Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Im Rahmen der Exkursion wird das Teamverständis und der Zusammenhalt in der Gruppe gefördert und das gemeinsame Lernen erleichtert
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Skript zur Vorlesung und Übung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Industrieller Entwicklungsprozess von PKW-Antrieben (401439501)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Industrieller Entwicklungsprozess von PKW-Antrieben	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Industrieller Entwicklungsprozess von PKW-Antrieben	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014846
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Durch die Darstellung (in Wort und Bild) der wichtigsten optischen Strömungsmessverfahren und ihrer Anwendungen sollen die Studierenden die physikalischen Grundlagen der Messverfahren und verwendete Apparaturen (Laser, Kamera, Optik, etc.) verstehen. • Durch die erlangte Kenntnis der Möglichkeiten und Grenzen der Verfahren sollen die Studierenden in die Lage gebracht werden vorgegebene Strömungszustände zu analysieren und insbesondere geeignete Messmethoden zu ihrer Charakterisierung auszuwählen. • Im Rahmen von entsprechenden Laborübungen wird von den Studierenden gefordert und mit ihnen geübt, auf Grundlage der behandelten optischen Strömungsmessverfahren für einen gegebenen Strömungszustand Versuchsreihen zu entwickeln und durchzuführen. • Durch die Analyse und kritische Beurteilung der in der Laborübung gewonnenen Resultate, sollen die Studierenden Handlungsalternativen für weiterführende Messreihen entwickeln. Dies wird durch die in der Vorlesung gewonnene Kenntnis der Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Verfahren ermöglicht. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Im Rahmen der Laborübungen wird von den Studierenden eine Analyse der Problemstellung, sowie der Vorschlag passender Strömungsmessmethoden gefordert. Dies und die nach der Laborübung erfolgte Bewertung der Ergebnisse schulen die Kompetenz, die richtigen Methoden auszuwählen und anzuwenden. • Die Durchführung der Laborexperimente in Kleingruppen soll kollektive Lernprozesse und Teamfähigkeit fördern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.): " Strömungsmechanik " Kenntnisse im Bereich der Strömungsmesstechnik (nicht optisch) " Kenntnisse im Bereich der Optik " Kenntnisse im Bereich der Lasertechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Strömungsmechanik • Kenntnisse im Berich der Strömungmesstechnik (nicht optisch) • Kenntnisse im Bereich der Optik • Kenntnisse im Bereich der Lasertechnik
Literatur	Raffel, Markus: Particle image velocimetry: a practical guide / Markus Raffel et. al. - Berlin: Springer, 1998
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-

Modulverantwortung	apl. Professor Dr.-Ing. Hans-Jürgen Koß
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren (401484601)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Drehflügler (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011719
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Beschreibung der historischen Entwicklung der Drehflügler und • Darstellung der dabei verfolgten unterschiedlichen Konzepte. 2 • Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Anordnungen der Rotoren und deren Antrieb. Z. B. Koaxialrotoren, Tandemanordnung, NOTAR, Blattspitzenantrieb, Flettnerrotoren. 3 • Erklärung der Funktion von Haupt- und Heckrotor, der mechanischen Ansteuerung und der dazu notwendigen Mechanik, insbesondere der der Taumelscheibe. 4 • Grundlagen der Strahltheorie, Herleitung der Gleichungen und Anwendung auf die Berechnung des Schwebeflugs, Rotorgütegrad und Leistungsbilanz beim Schwebeflug. 5 • Anwendung der Strahltheorie auf den Steig- und Sinkflug der Drehflügler. • Berechnung der Steiggeschwindigkeit und des Leistungsbedarfs. 6 • Anwendung der Strahltheorie auf den Vorwärtsflug. Leistungsbedarf abhängig von der Fluggeschwindigkeit mit den Anteilen: • Leistung durch die Durchströmung des Hauptrotors (induzierte Leistung), • Leistung durch den Zellenwiderstand (parasitäre Leistung) und Leistung durch die Rotorblätter (Profilwiderstand). 7 • Beschreibung der Ansätze für die Blattelementtheorie und Herleitung der Gleichungen. 8 • Anwendung der Blattelementtheorie auf den Schwebeflug. Berechnung der Verwindung der Hauptrotorblätter mit den beiden Spezialfällen: • konstanter Abwind auf der gesamten Rotorfläche und konstanter Auftriebsbeiwert auf der gesamten Blattlänge. 9 • Berechnung des Rotorgütegrads und Definition des idealen und des optimalen Rotors. 10 • Herleitung der Gleichungen für den Vorwärtsflug mit der Blattelementtheorie, • Berechnung des Schubes und des Widerstandes am Rotorblattelement. 11 • Erklärung der unterschiedlichen Wirbelmodelle zur Ermittlung des induzierten Anstellwinkels des Hauptrotors als notwendigem Input für die Blattelementtheorie. 12

	• Beschreibung und Berechnung der Schlag- und Schwenkbewegung der Hauptrotorblätter beim Vorwärtsflug und Erklärung des Zusammenhangs dieser Bewegungen mit der zyklischen Blattverstellung (Taumelscheibe). 13 • Behandlung der Zusammenhänge bei der Flugsteuerung und Trimmung von Drehflüglern, Erklärung der Blattspitzenebene, der Kontrollachse, und der Rotorschaftachse. 14 • Erklärung der Nicksteuerung und der Nickbewegung der Drehflügler, • Beschreibung des Zusammenhangs mit der statischen Stabilität. 15 • Berechnung und Beschreibung der Rotordurchströmung bei der Autorotation, Grenzbereiche für den Einsatz der Autorotation zur Rettung des Drehflüglers bei Triebwerks- und/oder Heckrotorausfall.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind in der Lage, das System Drehflügler (Hubschrauber) zu überschauen und die gegenseitige Abhängigkeit der wesentlichen Parameter zu analysieren. • Sie können konkrete Aussagen machen zur Funktionsweise und Ansteuerung des Haupt- und Heckrotors und haben Vor- und Nachteile unterschiedlicher Rotoranordnungen kennen gelernt. • Sie sind in der Lage, die Aerodynamik und den Leistungsbedarf des Drehflüglers beim Schwebeflug, Steigflug und Vorwärtsflug zu berechnen. • Die Studierenden können die Dynamik der Hauptrotorblätter (Schwenk-, Dreh- und Schlagbewegung) beschreiben. • Sie können konkrete Aussagen machen zur Steuerung von Drehflüglern. • Sie haben gelernt, die Voraussetzungen für die Flugstabilität von Drehflüglern zu beschreiben. • Sie haben verstanden, auf welche Weise ein Drehflügler bei einem Triebwerks- oder Heckrotordefekt durch Autorotation gerettet werden kann. • Die Studenten können die schnell fortschreitende Weiterentwicklung bei Hochtechnologie Produkten bezüglich der zunehmenden Komplexität bewerten. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zum Entwurf von Drehflüglern zu analysieren (Methodenkompetenz).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Strömungsmechanik
Literatur	• Vorlesungsumdruck Drehflügler mit ca. 250 Seiten • Viel Sekundärliteratur vorhanden, aber zum Erreichen der Lernziele nicht notwendig
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Ing. Eike Stumpf
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Drehflügler (401171901)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Drehflügler	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Drehflügler	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Mechanics of Living Tissues (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011566
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Introduction to Biomechanics: Foundations of Continuum Mechanics: Kinematics of continuum, deformation gradient, strain tensors, stresses, balance equations, constitutive relations, hyperelastic materials, strain energy functions, linear and non-linear material behavior, isotropy and anisotropy of living tissues. Biomechanics: Basic structural elements of tissues: elastin, collagen, mechanical properties of elastin and collagen, structure and mechanics of blood vessels, hyperelastic and viscoelastic models of blood vessels, anisotropic polyconvex strain energy functions for blood vessels, development and pathology of AAA, analytic and numerical models of AAA, structure and function of skin, mechanical properties of skin, Langer-lines, hyperelastic models of skin, functions and hierarchical structure of skeletal muscles, sarcomere contraction: interaction of actin an myosin, passive and active behavior, Hill's equation, hard tissues: bone, functions, mechanics of heart, active myocard, structure and mechanics of bone, strength hypothesis of bone: Tsai-Wu-criterion, mechanics of blood. Application example: Inflation of an artery under blood pressure. Medical application: clinical relevance of material parameters, development of strategies to estimate patient specific risk criteria Presentation of actual research areas and achievements in biomechanics
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Understanding of diversity in biological tissues in their structure, composition and mechanical properties • Knowledge of basic concepts and principles of continuum mechanics • Knowledge of basic constituents of soft and hard tissues, their mechanical properties and interaction • Understanding of correlation between mechanical dysfunction or failure of a tissue and its pathology • Overview on modern developments and problems of biomechanical research • Interdisciplinary thinking between biology, medicine, mechanics and mathematics
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Recommended: Basic knowledge in mathematics
(empfohlene) Voraussetzungen	Required: Basic knowledge in mathematics.
Literatur	• Script • Fung, Y.C., Biomechanics. Mechanical Properties of Living Tissues. 2nd Edition. Springer, New York 1993 • Humphrey, J.D., Cardiovascular Solid Mechanics: Cells, Tissues, and Organs. Springer, New York 2002
Sprache	Englisch

Prüfungsbedingungen	The mark of the module is the mark of the exam.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Mechanics of Living Tissues (401156601)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Mechanics of Living Tissues	2. Semester	1. Semester	-	-

Modultitel	Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011510
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: •Gegenstand und Einordnung des Themas • Vorstellung ausgewählte optische Systeme für die Produktion 2 • Elektromagnetische Wellen: • Analogie zwischen mechanischen und elektromagnetischen Wellen • Maxwellgleichungen, Wellengleichung, Superpositionsprinzip • Fourierzerlegung • Reflexion/Transmission, Polarisation 3 • Strahlenoptik (paraxiale Optik): • Abgrenzung: Beugungsoptik-Strahlenoptik • Konstruktion von Abbildungsstrahlengängen, Matrixformalismus • Kardinalpunkte und Hauptebenen • Helmholtz-Lagrange-Invariante, f/# - Zahl und numerische Apertur 4 • Aberrationen: • Aperturen und Pupillen • Optische Weglängendifferenz • Seidelsche Aberrationstheorie 5 • Korrektionsprinzipien: • Formfaktoren • Petzval-Summe • Symmetrisierung 6 • Ray-Tracing: • Prinzip des Ray-Tracing • Aberrationsdiagramme • Abbildungsleistung optischer Systeme 7 • Optisches Layout und Optimierung: • Vorgehen beim Optik Design • Optimierungsalgorithmen • Grundformen optischer System 8 • Optische Werkstoffe: • Grundlagen der linearen Dispersion • optische Gläser • Kristalloptiken • Metalloptiken

• Kunststoffoptiken
• GRIN-Werkstoffe

9
• Optische Komponenten:
• Asphärische optische Komponenten
• Lichtleitfasern
• Doppelbrechung
• Überblick: Fertigungsverfahren für optische Komponenten

10
• Interferenz und Beugung:
• Zweistrahl- und Vielstrahlinterferenz
• optische Schichten
• Fresnelsches Beugungsintegral, Fern- und Nahfeld
• beugungsbegrenzte Abbildung

11
• Der Gaußsche Strahl:
• Wellengleichung in SVE-Näherung
• Eigenschaften des Gaußschen Strahls
• Transformation des Gaußschen Strahls, komplexer Strahlparameter

12
• Strahlqualität:
• Beschreibung des Gauß-Mode und Erweiterung auf höhere Moden und Strahlverteilungen in der Praxis
• Verfahren zur Definition von Strahlradien
• Strahlqualität eines Arrays aus Einzelstrahlen
• Nutzung der Strahlqualität bei Lasern

13
• Optische Systeme für Hochleistungsdiodenlaser:
• Eigenschaften von Diodenlasern
• Einflussfaktoren auf die Brillanz von Diodenlasermodulen
• Auslegung von Fast-Axis-Collimatoren
• inkohärente/kohärente Kopplung

14
• Zusammenfassung und Wiederholung der wichtigsten Lerninhalte

Lernziele/Lernergebnisse

Fachbezogen:

• Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Berechnungsverfahren der paraxialen Optik und die Abbildungsfehler bei nicht-paraxialer Optik und können diese Verfahren einsetzen.
• Die Studierenden kennen das Ray-Tracing-Verfahren zum Entwurf und zur Optimierung technischer optischer Systeme.
• Die Studierenden kennen Grundformen optischer Systeme und deren Anwendungsgebiete.
• Die Studierenden können optische Systeme analysieren und deren Leistungsfähigkeit bewerten.
• Die Studierenden sind in der Lage, strahlenoptische Verfahren abzugrenzen von wellenoptischen Verfahren.
• Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Berechnungsverfahren der Laseroptik und können diese anwenden.

Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

• Die Studierenden werden in den Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz)
• Die Arbeit in der Übung erfolgt auch in Klengruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit)
• Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern (Präsentation)

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)

Empfohlene Voraussetzungen:
" Vorlesung "Physik für Maschinenbauer" aus Bachelor-Studiengang

(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Vorlesung "Physik für Maschinenbauer" aus Bachelor-Studiengang
Literatur	• Vorlesungsskript • F. Pedrotti et al.: Optik für Ingenieure, Springer
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine mündliche Prüfung, • alternativ: eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Carlo Holly
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen und Ausührungen optischer Systeme (401151001)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Wärme- und Stoffübertragung II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013379
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Strahlung aktiver Medien • Gasstrahlung • Strahlungstransportgleichung 2 • Wärmeübertragung bei Kondensation und Verdampfung • Wärmeübertragung bei der Kondensation • Behältersieden • Verdampfung im Rohr 3 • Kontaktwärmeübertragung 4 • Anwendung der Laplace-Transformation auf Wärmeleitungsprobleme 5 • Weiterführende Stoffübertragung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Nach erfolgreich abgelegter Prüfung sind Studenten in der Lage, komplexe Zusammenhänge in den Themenbereichen Strahlung von Gasen, Phasenwechsel und Stoffübertragung zu analysieren, formal zu erfassen und im Hinblick auf technische Fragestellungen zu interpretieren. • Sie kennen die grundsätzlichen Mechanismen und Einflussgrößen für das Phänomen der Kontaktwärmeübertragung und sind in der Lage, effektive Wärmeübergangskoeffizienten zu ermitteln. • Sie beherrschen die Anwendung der Laplace-Transformation zur analytischen Lösung partieller Differentialgleichungen, die zweidimensionale oder instationäre Wärmeleitungsprobleme beschreiben.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Wärme- und Stoffübertragung I " Strömungsmechanik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Wärme- und Stoffübertragung I • Strömungsmechanik
Literatur	Vorlesungsumdruck Wärme- und Stoffübertragung II, erhältlich am WSA
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Reinhold Kneer
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Wärme- und Stoffübertragung II (401337901)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Wärme- und Stoffübertragung II	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Wärme- und Stoffübertragung II	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Wärmeübertrager und Dampferzeuger (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011050
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Wärmeübertrager-Bauarten 1.1 Indirekte Wärmeübertrager 1.2 Direkte Wärmeübertrager 1.3 Regeneratoren 1.4 Stromführungsarten und Bezeichnungen 2. Wärmeübertrager ohne Phasenwechsel 2.1 Wärmetechnische Grundlagen 2.1.1 Energiebilanzen am Wärmeübertrager 2.1.2 Maximal übertragbare Wärmemenge 2.1.3 Wärmeübertragung 2.1.4 Kenngrößen zur wärmetechnischen Beurteilung von Wärmeübertragern 2.1.5 Allgemeine Eigenschaften der Betriebscharakteristik 2.1.6 Betriebscharakteristik für den Gleichstrom 2.1.7 Betriebscharakteristik für den Gegenstrom 2.1.8 Betriebscharakteristik für den Kreuzstrom 2.1.9 Betriebscharakteristik für hintereinandergeschaltete, querangeströmte Rohrreihen 2.1.10 Berechnungsmethode nach VDI-Wärmeatlas 2.1.11 Betriebscharakteristik für gekoppelte Apparate 2.2 Betriebscharakteristik für Regeneratoren 3. Verdampfer 3.1 Verdampfer bei freier Strömung (Behältersieden) 3.2 Blasensieden in senkrechten Rohren 3.3 Energiebilanz und Wärmeübertragungskoeffizient am beheizten Verdampferrohr 3.4 Verdampferbauarten in der Verfahrenstechnik 3.5 Dampferzeuger für die Kraftwerkstechnik 4. Wärme- und stoffübertragende Apparate 4.1 Grundlagen der gekoppelten Wärme- und Stoffübertragung 4.1.1 Wärmeübertragung von einer Oberfläche an ein Fluid 4.1.2 Stoffübertragung an einer Flüssigkeitsoberfläche 4.1.3 Analogien zwischen Wärme- und Stoffübertragung 4.2 Stoffbilanz an einer Flüssigkeitsoberfläche 4.3 Temperatur einer adiabaten Flüssigkeitsoberfläche 4.4 Zustandsänderung eines Gases beim Überströmen von Flüssigkeitsoberflächen 5. Anwendungsbeispiele 5.1 Feuchtluftkühler 5.2 Trockner 5.3 Rückkühlwerke und Kühltürme
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studenten sind in der Lage die verschiedenen Wärmeübertrager, Verdampfer sowie wärme- und stoffübertragenden Apparate innerhalb von technischen Systemen zu identifizieren. Sie können die für die Auslegung verwendeten Parameter berechnen und die Ergebnisse der Rechnung im Bezug auf die Anwendung interpretieren. Die Studenten sind in der Lage die Theorie auf praktische Anwendungen zu übertragen und die in der Realität auftretenden Probleme zu schildern.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Wärme- und Stoffübertragung " Thermodynamik
(empfohlene) Voraussetzungen	• Wärme- und Stoffübertragung • Thermodynamik
Literatur	Vorlesungsumdruck Wärmeübertrager und Dampferzeuger (erhältlich im WSA)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Reinhold Kneer
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Wärmeübertrager und Dampferzeuger (401105001)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Wärmeübertrager und Dampferzeuger	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Wärmeübertrager und Dampferzeuger	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Alternative Energietechniken (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012502
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Übersicht über die Energiewirtschaft (Weltweite und Deutsche Entwicklung, Reserven, Ressourcen, CO2-Problem, Energieverbrauch, Prognosen 2 • Bewertungsgrößen (Wirkungsgrade, Kumulierter Energieaufwand, Amortisationszeit, Erntefaktor) • Betriebliche, Ökologische Ökonomische Bewertungsgrößen • Soziale und Gesellschaftliche Aspekte 3 • Kraft-Wärmekopplung, Fernwärme, Tertiäre Ölgewinnung, Ölgewinnung aus Ölsand und Ölschiefer 4 • Rationelle Energieumwandlung 5 • Neue Verfahren der Kohlenutzung (Kohlevergasung, -verflüssigung 6 • Solarenergie (Solarfarm, -tower, Niedertemperatur Kollektor) 7 • Photovoltaik 8 • Windenergie 9 • Wasserkraftwerke (Laufwasser, Pumpspeicher, OTEC) 10 • Gezeitenenergie, Wellenenergie, Geothermische Energie 11 • Biomasse 12 • Wasserstoffwirtschaft 13 • Brennstoffzelle 14 • Innovative Reaktorkonzepte 15 • Kernfusion

Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen energiesystematische und energiewirtschaftliche Zusammenhänge • Die Studierenden können unterschiedliche Energiesysteme bezüglich ihres Wirkungsgrades sowie ökonomischer Kriterien untersuchen, berechnen und bewerten • Die Studierenden sind in der Lage verschiedene Energiesysteme (fossil, nuklear, regenerativ) bewerten und zu klassifizieren • Sie Studierenden können die Methoden zur thermodynamischen Bewertung und Optimierung auf Prozesse der Energieumwandlung anwenden • Die Studierenden sind fähig verschiedenste Energieumwandlungssysteme kritisch aus verschiedenen Blickwinkeln zu bewerten (Wärmetechnik, Ökologie, Ökonomie, Resourcenschonung, Risikoanalyse, gesellschaftliche Gesichtspunkte) Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Problemstellungen analysieren und bewerten
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur Bonuspunkteregelung: Zugeordnete Bonusveranstaltung: Energieversorgungsysteme (SS) Im Rahmen der Veranstaltung Energieversorgungsysteme wird eine Hausaufgabe vergeben, durch die ein Bonus von maximal 10% auf die Prüfung erlangt werden kann. • Es ist auch ohne Bonuspunkt möglich, die Prüfung mit der bestmöglichen Note zu absolvieren. • Erlangte Bonuspunkte haben keinen Einfluss auf das Prüfungsergebnis, wenn dieses ohne die Bonuspunkte "nicht bestanden" (5.0) lautet.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dirk Müller
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Alternative Energietechniken (401250201)	2. Semester	1. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Alternative Energietechniken	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Alternative Energietechniken	2. Semester	1. Semester	-	2
Bonusveranstaltung Alternative Energietechniken	2. Semester	1. Semester	-	0

Modultitel	Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011681
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Vorlesung: Ziele und Aufgaben der industriellen Logistik 2 • Vorlesung: Organisatorische Einbindung der Logistik • Übung: Prozessoptimierung 3 • Vorlesung: Materialflussgestaltung • Gastvortrag 4 • Exkursion 5 • Vorlesung: Informationslogistik • Übung: Beergame 6 • Vorlesung: Entwicklung und Beschaffung • Übung: Entwicklung und Beschaffung 7 • Vorlesung: Material- und Fertigwarendisposition • Workshop: Erhöhung der Dispositionsgüte 8 • Vorlesung: Distributionslogistik • Übung: Eröffnungsverfahren zur Tourenplanung 9 • Vorlesung: Ersatzteillogistik • Gastvortrag 10 • Vorlesung: Logistikcontrolling • Übung: ABC- und XYZ-Analyse
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Ziele und Aufgaben der industriellen Logistik so wie die wichtigsten Aspekte von der organisatorischen Einbindung bis zum Logistik-Controlling. • Die Studierenden verstehen die Bedeutung und den Einfluss spezieller Sachverhalte der industriellen Logistik und können diese in den Gesamtkontext einordnen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Anhand von praxisbezogenen Übungen und Workshops lernen die Studierenden die erworbenen Kenntnisse auf praktische Fragestellungen zu übertragen. • Im „Beergame“ erfahren die Studierenden anhand einer interaktiven Simulation einer Zulieferkette zudem die Bedeutung des überbetrieblichen Kommunikationsaustauschs.

	Durch zwei Gastvorträge von Vortragenden aus der industriellen Praxis und eine Exkursion zu einem Industriekonzern werden zudem aktuelle und praxisrelevante Problemstellungen und Logistikkonzepte den Studierenden nahe gebracht und vermittelt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundlagen der Betriebswirtschaftlehre " Für die Veranstaltung im Sommersemester: Englischkenntnisse
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen der Betriebswirtschaftlehre • Für die Veranstaltung im Sommersemester: Englischkenntnisse
Literatur	• Zukunftsorientierte Gestaltung informationstechnologischer Netzwerke im Hinblick auf die Handlungsfähigkeit des Menschen, Veldkamp, G. • Eine Methodik zur Gestaltung kognitiv kompatibler Mensch-Maschine-Schnittstellen, angewandt am Beispiel der Steuerung einer CNC-Drehmaschine, Hartmann , E. • Entwicklung eines facharbeiterorientierten multimedialen Lernzeugs für numerisch gesteuerte Dreh- und Fräsprozesse, Sickel, H.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessorin Dr. rer. nat. Sabina Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik (401168101)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Vorlesung Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Computergestütztes Optikdesign (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011489
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: • Gegenstand und Einordnung des Themas • Berufsbild des Optik-Ingenieurs • Trends im Optik-Design 2 • Ray-Tracing: • Prinzip des Ray-Tracing • Diagnosewerkzeuge • Bewertung der Abbildungsleistung optischer Systeme 3 • Optisches Layout und Optimierung: • Vorgehen beim Optik-Design • Optimierungsalgorithmen 4 • Grundformen optischer Systeme: • Ausführung • Anwendungsfelder 5 • Strahlführungssysteme: • Lichtleitfaserkopplung für Festkörperlaser • Spiegelsysteme für FIR-Laser 6 • Fokussiersysteme: • Transmissive Optiken • Spiegel-Fokussiersysteme 7 • Strahlablenksysteme: • Scanneroptiken und F-Theta-Objektive • Polygonsysteme 8 • Homogenisierungssysteme: • Wellenleiterelemente • Reflektive Systeme 9 • Mikrooptiken: • Kollimatoren für Hochleistunsgdiodenlaser • miniaturisierte optische Systeme in Lasern 10 • Nichtrotationssysmmetrische optische Systeme:

	• Zylinderlinsensysteme • Prismensysteme 11 • Bildgebende optische Systeme: • optische Prozessüberwachungssysteme • optische Messsysteme 12 • Fertigungsgerechtes Design: • Berücksichtigung fertigungstechnischer Restriktionen • Verwendung von Standardkomponenten 13 • Toleranz- und Kostenanalyse für optische Systeme: • Einfluss von Fertigungs- und Montagetoleranzen auf die Leistungsfähigkeit optischer Systeme • Einfluss von Fertigungs- und Montagetoleranzen auf die Kosten optischer Systeme 14 • Zusammenfassung und Wiederholung der wichtigsten Lerninhalte Sonstiges: • Die Übungen werden mit einem kommerziell erhältlichen Ray-Tracing Programm im Rahmen einer Blockveranstaltung durchgeführt. Lizenzen sind am Lehrstuhl vorhanden. Eine Anmeldung ist erforderlich.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen moderne Methoden des computergestützten Optikdesigns. • Die Studierenden sind in der Lage, optische Systeme mit Methoden des computergestützten Optikdesigns auszulegen und zu bewerten. • Die Studierenden kennen Möglichkeiten und Voraussetzungen des computergestützten Optik-Designs. • Die Studierenden sind in der Lage, optische Systeme für die Produktion fertigungsgerecht und kostenoptimiert auszulegen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden in den Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz) • Die Arbeit in der Übung erfolgt in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit) • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern (Präsentation)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Vorlesung "Physik für Maschinenbauer" aus Bachelor-Studiengang " "Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme"
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Vorlesung "Physik für Maschinenbauer" aus Bachelor-Studiengang • "Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme"
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine mündliche Prüfung, • alternativ: Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Carlo Holly
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computergestütztes Optikdesign (401148901)	2. Semester	1. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Computergestütztes Optikdesign	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Change Management (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012513
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2012
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Phasen von Restrukturierungsprozessen (Unfreezing, Moving, Keep on moving) 2. Managementstrategien in Veränderungsprozessen 3. Organisationsanalyse 4. Kommunikation in Veränderungsprozessen 5. Prozesstransparenz in Großgruppenmethoden 6. Wissensmanagement-Tools 7. Werkzeuge des Change Managements
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Betrachtet man die Entwicklung von Unternehmen in den letzten Jahren, so treten zwei wesentliche Aspekte in den Vordergrund: Zum einen vom strukturorientierten Denken hin zum prozessorientierten Denken und zum anderen die Notwendigkeit, Prozesse ständig an wechselnde Randbedingungen anzupassen. • Die Studierenden verstehen die Grundprinzipien des Change Management und sind auf eine praktische Umsetzung im Unternehmen vorbereitet. • Sie wissen wie unternehmensinterne Prozesse möglichst schnell, nachhaltig und kosteneffizient angepasst bzw. umgestaltet werden können • Sie können die Phasen von Restrukturierungsprozessen erkennen und beschreiben • Sie kennen die wichtigsten zugehörigen Managemenstrategien und - Werkzeuge und können diese einsetzen • Sie können eine Organisationsanalyse durchführen • Sie können die Kommunikation in Veränderungsprozessen analysieren Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • An virtuellen und realen Beispielen wird Change Management in Teamarbeit erprobt. • Die Ergebnisse werden regelmäßig vor der Gesamtgruppe präsentiert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Übergreifender Wahlpflichtbereich in allen Lerngebieten
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Übergreifender Wahlpflichtbereich in allen Lerngebieten
Literatur	• Henning, K., Marks, S.: Kommunikations- und Organisationsentwicklung, Vorlesungsdruck, 6. überarbeitete Auflage. 2000. • Henning, K., Oertel, R., Isenhardt, I. (Hrsg.): Wissen – Innovation – Netzwerke. Wege zur Zukunftsfähigkeit. Berlin, Heidelberg. 2003. • ILOI-Studie: Management of Change. Erfolgsfaktoren und Barrieren, organisationaler Veränderungsprozesse. Internationales Institut für Lernende Organisation und Innovation. München 1997. • Mohr, N.; Woehe, J. M.: Widerstand erfolgreich managen, professionelle Kommunikation in Veränderungsprojekten. Frankfurt/M. u.a.: Campus 1998. • Rieckmann, H., Weißengruber,P.: Managing the Unmanageable? – Oder: Lassen sich komplexe Systeme überhaupt steuern? – Offenes Systemmanagement mit dem OSTOAnsatz, in: Kraus, H., Kailer, N., Sander, K. (Hrsg.): Management Development im Wandel. Wien 1990.

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Ein Referat mit schriftlicher Ausarbeitung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professorin Dr. phil. Ingrid Isenhardt Universitätsprofessorin Dr. rer. nat. Sabina Jeschke
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Change Management (401251301)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Change Management	2. Semester	1. Semester	-	2
Labor Change Management	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Kommunikation und Organisationsentwicklung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010971
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2007
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Einführung Kommunikation und Organisationsentwicklung 2. Geschichte der Organisationsentwicklung 3. Organisationsstrukturen 4. Organisationen als offene kybernetischen Systeme 5. Monologische Kommunikation 6. Dialogische Kommunikation 7. Werkzeuge betrieblicher Kommunikation (Teil I) 8. Werkzeuge betrieblicher Kommunikation (Teil II) 9. Methoden des Change Managements (Teil I) 10. Methoden des Change Managements (Teil II) 11. Systemische Organisationsentwicklung 12. Diagnose von Organisationen 13. Redesign von Organisationen 14. Organisationsentwicklung in Netzwerken 15. Kommunikation in Netzwerken
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die wichtigsten Kommunikationsmodelle und ;können diese auf praktische Beispiele in Unternehmen anwenden und übertragen. Sie können Organisationsstrukturen identifizieren, erläutern ; und daraus Schlüsse über die Arbeits- und Kommunikationsprozesse ziehen. Sie sind in der Lage, Analyse- und Gestaltungsmöglichkeiten von KOE-Prozessen in Unternehmen/Organisationen zu erkennen und ent-sprechende Werkzeuge zu erläutern und anzuwenden. • Aktuelle Entwicklungen in der Organisationsentwicklung können vor dem historischen Hintergrund den verschiedenen Richtungen der KOE eingeordnet werden. Qualitative und quantitative Beobachtungen aus der Praxis der Organisationsentwicklung können von den Studierenden reflektiert und in Beziehung zu einander gesetzt werden. Das systemische Verständnis von Organisationen und deren Kommunikationsprozessen ist mittels entsprechender Modelle so weit entwickelt, dass reale Situationen in Organisationen beurteilt werden und begründete Ent-scheidungsvorschläge gemacht werden können. Die Studierenden verstehen KOE-Prozesse als komplexe Vorgänge und können Werkzeuge zur systemischen Diagnose und zum Redesign von Organisationen anwenden. Nicht fachbezogen: • Entwicklung und Steuerung effizienten Arbeitens in selbstständigen Teams • Anwendung von Kommunikationsmedien in Teams • Anwendung von Methoden des Projektmanagements bei der Analyse einer Organisation in der Übung
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Kommunikations- und Organisationsentwicklung, Vorlesungsdruck, 6. überarbeitete Auflage 2000.

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur. Im Rahmen des Labors ;;soll es den Studierenden möglich sein bis zu 33 Punkte bzw. 10 % zur Hauptprüfung als Bonuspunkte zu erhalten. Die Gruppenarbeit besteht aus folgenden Kriterien: • Abgabe je eines ;;Konzepts (max. 10 Seiten) • Einreichung eines Produktvideos (Länge: 3 Minuten) • Vorlage einer Liste mit allen beteiligten Studierenden (Identifikation über Matrikelnummer) zum Abschluss der Unternehmenssimulation. Es ist auch ohne diese Bonuspunkte möglich, die bestmögliche Note zu erreichen. Erlangte Bonuspunkte haben keinen Einfluss auf das Prüfungsergebnis, wenn dieses „nicht bestanden“ (5,0) lautet.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professorin Dr. phil. Ingrid Isenhardt
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Kommunikation und Organisationsentwicklung (401097101)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Labor Kommunikation und Organisationsentwicklung	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Kommunikation und Organisationsentwicklung	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Auslegung von Turbomaschinen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011051
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Turbomaschinen spielen in weiten Teilen unseres Lebens eine bedeutende Rolle. Sie sind Antriebe nahezu aller modernen Flugzeuge, werden im Bereich der Stromerzeugung eingesetzt oder sind wichtiger Bestandteil in Anlagen der Prozessindustrie. Dabei werden immer höhere Anforderungen in Bezug auf Effizienz, Emissionen und Leistungsfähigkeit gestellt. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können ist ein tiefes Verständnis der Thermodynamik, Aerodynamik und Strukturmechanik von Turbomaschinen erforderlich. Das Ziel der Vorlesung Auslegung von Turbomaschinen ist es, grundlegende physikalische Verhältnisse, die die Auslegung und den Betrieb von Turbomaschinen bestimmen, zu vermitteln. Dabei werden vornehmlich eindimensionale Berechnungsverfahren der Aerodynamik und der Strukturmechanik erläutert und exemplarisch angewandt. Zu Beginn der Vorlesung wird der in der Industrie typische Entwicklungsprozess eines Flugzeugtriebwerks von der Vorauslegung bis zur Zertifizierung vorgestellt, sowie die Vorlesungsinhalte in diesen eingeordnet. Anschließend wird anhand des Aero-Mittelschnittsverfahrens gezeigt, wie sich Geschwindigkeiten, Winkel und Wirkungsgrade ; einzelner Turbomaschinenstufen anhand von drei dimensionslosen Kenngrößen bestimmen und optimieren lassen. Die Aufstellung der einzelnen Verlustkorrelationen stellt einen wesentlichen Anteil in diesem Kapitel dar. Im nächsten Schritt wird die Auslegung in die radiale Richtung erweitert, um die Geschwindigkeiten und Winkel über die gesamte Kanalhöhe bestimmen zu können. Die aerodynamische Auslegung findet in dieser Vorlesung mit der Behandlung des Through-Flow-Verfahrens als aerodynamisches Vorauslegungswerkzeug seinen Abschluss. Dieses wendet die beim Mittelschnittsverfahren bestimmten Verlustziffern auf verschiedenen Stromlinien an. Zum Abschluss der Vorlesung wird auf die strukturmechanische Vorauslegung eingegangen, bei der ebenfalls mit analytischen Methoden (z.B. Balkentheorieverfahren) die statischen und dynamischen Belastungen der Komponenten abgeschätzt werden.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind mit der Aufgabenstellung der der Funktionsweise von Turboarbeitsmaschinen vertraut. • Sie kennen die Unterschiede und Möglichkeiten der zwei- und dreidimensionalen Strömungsberechnung in Turbomaschinen • Sie sind in der Lage, vereinfachte Berechnungsmethoden anzuwenden und zu beurteilen • Die Studierenden können die Betriebskennfelder von Turboverdichtern und Pumpen beurteilen und sind in der Lage die Grenzen des Betriebsbereichs zu erläutern • Sie sind mit den unterschiedlichen Problemstellungen von thermischen und hydraulischen Turboarbeitsmaschinen vertraut. • Sie können die Reglungsmöglichkeiten von Turboarbeitsmaschinen erläutern und bezüglich ihrer Wirtschaftlichkeit beurteilen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren • Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten entwickeln und gegenüberstellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: "Thermodynamik

	"Strömungsmechanik I "Grundlagen der Turbomaschinen
(empfohlene) Voraussetzungen	empfohlen: • Thermodynamik • Strömungsmechanik I • Grundlagen der Turbomaschinen
Literatur	Gallus, H.E.: Turboverdichter und Pumpen - Berechnung und Entwurf Vorlesungsumdruck
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Auslegung von Turbomaschinen (401105101)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Auslegung von Turbomaschinen	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Auslegung von Turbomaschinen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Fertigungstechnik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014339
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2007
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	- Einführung in die Fertigungstechnik - Zerspanung mit geometrisch bestimmter Schneide - Zerspanung mit geometrisch unbestimmter Schneide - Abtragende Verfahren EDM - Abtragende Verfahren ECM - Massivumformung - Blechumformung - Pulvermetallurgie, Gießen - Additive Fertigungsverfahren - Lasermaterialbearbeitung und Hochdruckwasserstrahlverfahren - Technologieverkettung und fertigungsbedingte Bauteileigenschaften - Abschlussvorlesung mit Themenbeiträgen von Studierenden
Lernziele/Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen haben die Studierenden Kenntnisse und Fähigkeiten in den Themenfeldern, die unter Inhalt beschrieben werden, erworben. Wissen und Verstehen: Sie kennen die grundlegenden Eigenschaften wichtiger industrieller Fertigungsverfahren: - Zerspanung mit geometrisch bestimmter Schneide (z.B. Drehen, Bohren Fräsen), - Zerspanung mit geometrisch unbestimmter Schneide (z.B. Schleifen, Honen, Läppen), - Abtragende Fertigungsverfahren (EDM und ECM), - Umformung (Massiv- und Blechumformung), - Urformen (Pulvermetallurgie und Gießen), - Additive Fertigungsverfahren, - Lasermaterialbearbeitung und Hochdruckwasserstrahlverfahren. Sie verstehen die Verfahrensprinzipien und die wesentlichen Einflüsse von Prozessparametern auf die Bauteileigenschaften und auf das Verschleißverhalten der Werkzeuge. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, geeignete Fertigungsprozesse im Hinblick auf geometrische und funktionale Bauteileigenschaften auszuwählen. Sie sind in der Lage, die Auswirkungen von

	Parameteränderungen auf die Prozesskräfte, den Werkzeugverschleiß und die Bauteileigenschaften einzuschätzen. Sie sind dadurch fähig, Fertigungsprozesse wissenschaftlich zu untersuchen, zu optimieren, in Frage zu stellen und Alternativen aufzuzeigen. Ferner können sie die Wirkzusammenhänge zwischen verketteten Technologien und daraus resultierenden Bauteileigenschaften erläutern. Zum Ende der Veranstaltungsreihe wird Studierenden die Möglichkeit zur Gestaltung einer Abschlussvorlesung gegeben. Einige Wochen vor Vorlesungsende werden Themen vergeben, zu denen Studierende selbständig recherchieren, eine Präsentation ausarbeiten, und einen Kurzvortrag halten können. Die Präsentationen können sowohl einzeln als auch in einer kleinen Gruppe erfolgen und deren Inhalte können auch für die Prüfung herangezogen werden. Als Anreiz bietet der Lehrstuhl die Option auf den Erhalt eines Empfehlungsschreibens. Hierzu wird der Lehrstuhl durch das persönliche Engagement, das besondere Interesse am Fach, das Betreuungsverhältnis während der Ausarbeitung und durch einen Eindruck von der Vortragsqualität befähigt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Primärliteratur: Klocke, F. Fertigungsverfahren 1: Zerspanung mit geometrisch bestimmter Schneide, 9. Aufl., 2018, Online-ISBN: 9783662542071, Print-ISBN: 9783662542064 (bzw. engl.: Manufacturing Processes 1, 1st Ed., 2011, Print-ISBN: 9783642119781) Fertigungsverfahren 2: Zerspanung mit geometrisch unbestimmter Schneide, 6. Aufl., 2018, Online-ISBN: 9783662580929, Print-ISBN: 9783662580912 (bzw. engl.: Manufacturing Processes 2, 1st Ed., 2009, Print-ISBN: 9783540922582) Fertigungsverfahren 3: Abtragen, Generieren und Lasermaterialbearbeitung, 4. Aufl., 2007, Online-ISBN: 9783540489542, Print-ISBN: 9783540234920 Fertigungsverfahren 4: Umformen, 6. Aufl., 2017, Online-ISBN: 9783662547144, Print-ISBN: 9783662547137 (bzw. Engl.: Manufacturing Processes 4, 1st Ed., 2013, Print-ISBN: 9783642367717) Fertigungsverfahren 5: Gießen und Pulvermetallurgie, 5. Aufl., 2018, Online-ISBN: 9783662547281, Print-ISBN: 9783662547274 Sekundärliteratur: Kalpakjian, S.; Schmid, S.; Werner, E.: Werkstofftechnik - Herstellung, Verarbeitung, Fertigung Altan, T.: Metal Forming - Fundamentals and Applications, 1983 C.I.R.P. Wörterbuch der Fertigungstechnik: Band I/1, Umformtechnik 1, 2. Aufl. 1997, Band I/2, Umformtechnik 2, 2. Aufl. 2002 Band II, Trennende Verfahren, 2004, Band III, Produktionssysteme, 2004, Band IV, Montage, 2011
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Bergs
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fertigungstechnik I (401433901)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fertigungstechnik I	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Fertigungstechnik I	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Simulation Techniques in Manufacturing Technology (STMT) (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012413
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 - In der ersten Vorlesung wird eine Einführung in das Thema „Simulationsverfahren in der Fertigungstechnik“ gegeben. 2 - Die Inhalte der zweiten Vorlesung sind die grundlegenden Aspekte und Prozesse der Umformtechnik. 3 - Nachdem der Student die Grundlagen der Umformtechnik erlernt hat, konzentriert sich diese Vorlesung auf aktuelle Simulationsverfahren beim Umformen. 4 - Die vierte Vorlesung befasst sich mit grundlegenden Aspekten und der Simulation der Massivumformung. 5 - Die fünfte Vorlesung gibt eine Einführung in die Grundlagen und Simulationsverfahren bei Blechumformung und Trennen. 6 - Inhalt der sechsten Vorlesung sind die Grundsätze der Zerspanung. 7 - Vorlesung 7 gibt einen generellen Überblick der verschiedenen Zerpanprozesse. 8 - Eine Möglichkeit Zerspanprozesse ganzheitlich zu modellieren ist die Finite-Elemente-Methode (FEM). Diese Vorlesung vermittelt die Vorgehensweise und Modellierungsansätze der FE-Zerspansimulation sowie zeigt verschiedene und aktuelle Beispiele für die FE-Simulation von Zerspanprozessen. 9 - Die neunte Vorlesung gibt eine Einführung in das Zerspanen mit undefinierter Schneide. 10 - Vorlesung 10 stellt aktuelle Modellierungsmethoden beim Schleifen vor. 11 - In Vorlesung 11 wird besonders auf die Methoden der Validierungs- und Optimierungstechniken eingegangen. 12 - Inhalt der letzten Veranstaltung ist es, in kleinen Gruppen die Aufstellung und Auswertung von FE-Simulation mit den FE-Codes DEFORM und ABAQUS zu erlernen.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: - Einführung in die grundsätzlichen Methoden der Modellierung und Simulation von Fertigungsverfahren - Revision der Grundlagen der Werkstoffkunde und Fertigungstechnik - Darstellung des Potentials der Modellierung und Simulation: Erhöhung des Prozessverständnisses, Verbesserung der Prozesssicherheit und Optimierung des Arbeitsergebnisses - Vorgehensweise und Einsatz der Finite-Elemente-Methode zur Simulation von Fertigungsprozessen - Möglichkeiten und Grenzen der Modellierung und Simulation zeigen - Anwendung der Simulationssoftware DEFORM und ABAQUS zur Simulation unterschiedlicher Fertigungsverfahren Nicht fachbezogene Lernziele: - Im Rahmen von Forschung und Entwicklung eigenständig passende Simulationsverfahren für Fertigungsprozesse auswählen und wissenschaftlich fundiert begründen - Eigene Ansätze zur Modellierung der Fertigungsprozesse entwickeln und in Forschungsfragen formulieren sowie in Entwicklungstätigkeiten einfließen lassen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Englisch in Wort und Schrift
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: - Grundkenntnisse der Werkstoffkunde - Grundlagen der Vektor- und Tensorrechnung

	- EDV-Grundlagen Empfohlene Voraussetzungen - Englisch in Wort und Schrift - Fertigungstechnik I
Literatur	S. Kobayashi, T. Altan, S. Kobayashi: Metal Forming and the Finite-Element Method, Oxford Series on Advanced Manufacturing, Oxford University Press, 1989 - T. Childs: Metal Machining (Theory and Applications), ISBN-13: 978-0340691595 - K. Cheng: Machining Dynamics (Fundamentals, Applications and Practices), ISBN: 978-1-84628-367-3
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche oder eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Bergs
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur/mündliche Prüfung STMT (401241301)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung STMT	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung STMT	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Grundoperationen der Energietechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010881
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Einleitung 1.1. Prozesse bei der Energieumwandlung 1.2. Apparate im Kraftwerkspfad 2. Brenner 2.1. Grundlagen der Verbrennung • 2.1.1. Für die Verbrennung benötigte Apparate • 2.1.2. Energievorräte und Energieverbrauch • 2.1.3. Charakterisierung der Brennstoffe • 2.1.4. Verbrennungsrechnung • 2.1.5. Verbrennungstemperatur - 2.1.5.1. Theoretische Verbrennungstemperatur - 2.1.5.2. Wirkliche Verbrennungstemperatur • 2.1.6. Wärme- und Stoffübertragung an Brennstofftropfen - 2.1.6.1. Stationäre Wärme- und Stoffübertragung - 2.1.6.2. Instationäre Verdunstung • 2.1.7. Verbrennung von festen Brennstoffen - 2.1.7.1. Pyrolyse - 2.1.7.2. Koksabbrand - 2.1.7.3. Koksabbrandzeiten • 2.1.8. Brennstoffspezifische Gestaltung von Verbrennungsapparaten 2.2. Schadstoffbildung bei der Verbrennung • 2.2.1. Kohlenstoffmonoxid CO • 2.2.2. Schwefeloxide SOx • 2.2.3. Stickstoffoxide NOx - 2.2.3.1. Thermische NOx-Bildung - 2.2.3.2. Bildung von Brennstoff-NOx - 2.2.3.3.Maßnahmen zur Reduktion von NOx 3. Wärmeübertrager, Verdampfer, Kondensatoren 3.1. Wärmeübertrager-Bauarten • 3.1.1. Indirekte Wärmeübertrager • 3.1.2. Direkte Wärmeübertrager • 3.1.3. Regeneratoren • 3.1.4. Stromführungsarten und Bezeichnungen 3.2. Wärmeübertrager ohne Phasenwechsel • 3.2.1. Wärmetechnische Grundlagen - 3.2.1.1. Energiebilanzen am Wärmeübertrager - 3.2.1.2. Maximal übertragbare Wärmemenge - 3.2.1.3. Wärmeübertragung - 3.2.1.4. Kenngrößen zur wärmetechnischen Beurteilung von Wärmeübertragern

	- 3.2.1.5. Allgemeine Eigenschaften der Betriebscharakteristik - 3.2.1.6. Betriebscharakteristik für den Gleichstrom - 3.2.1.7. Betriebscharakteristik für den Gegenstrom - 3.2.1.8. Betriebscharakteristik für den Kreuzstrom - 3.2.1.9. Betriebscharakteristik für hintereinandergeschaltete, querangeströmte Rohrreihen - 3.2.1.10. Berechnungsmethode nach VDI-Wärmeatlas - 3.2.1.11. Betriebscharakteristik für gekoppelte Apparate - 3.2.1.12. Betriebscharakteristik für Regeneratoren 3.3. Verdampfer • 3.3.1. Verdampfer bei freier Strömung (Behältersieden) • 3.3.2. Verdampferbauarten in der Verfahrenstechnik 3.4. Kondensatoren und Kühler • 3.4.1. Stoffbilanz an einer Flüssigkeitsoberfläche • 3.4.2. Temperatur einer adiabaten Flüssigkeitsoberfläche • 3.4.3. Zustandsänderung eines Gases beim Überströmen von Flüssigkeitsoberflächen • 3.4.4. Anwendungsbeispiel: Kühler 4. Arbeitsmaschinen: Pumpen und Verdichter 4.1. Einteilung der Arbeitsmaschinen 4.2. Ausgewählte Grundlagen 4.3. Einsatzbereiche 4.4. Anwendungsbeispiele
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studenten sind in der Lage, die bei der Energieumwandlung auftretenden Prozesse zu analysieren und die dabei verwendeten Apparate (z.B. Brenner, Wärmeübertrager sowie Pumpen und Verdichter) zu identifizieren. • Sie können die für die Auslegung verwendeten Parameter berechnen und die Ergebnisse der Rechnung im Bezug auf die Anwendung interpretieren. • Die Studenten sind in der Lage die Theorie auf praktische Anwendungen zu übertragen und die in der Realität auftretenden Probleme zu schildern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: - Wärme- und Stoffübertragung I - Thermodynamik I-II - Strömungsmechanik I
(empfohlene) Voraussetzungen	• Wärme- und Stoffübertragung I • Thermodynamik I-II • Strömungsmechanik I
Literatur	• Vorlesungsumdruck Grundoperationen der Energietechnik
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dirk Müller
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundoperationen der Energietechnik (401088101)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundoperationen der Energietechnik	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Grundoperationen der Energietechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Wärme- und Stoffübertragung I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010928
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Einleitung Mechanismen des Wärmetransports 1.1 Wärmestrahlung 1.2 Wärmeleitung 1.3 Konvektion 2. Wärmestrahlung 2.1: - Strahlungseigenschaften - Wellen-/Quantencharakter - Stefan-Boltzmannsches Gesetz - Plancksches Verteilungsgesetz - Reflexion, Absorption, Transmission - Kirchhoffsches Gesetz - Richtungsabhängige und diffuse Strahlung 2.2 Strahlungsaustausch 2.2.1 Strahldichte 2.2.2 - Strahlungsaustausch zwischen zwei Körpern - Strahlungsaustausch zwischen zwei unendlich ausgedehnten grauen Platten - Strahlungsaustausch zwischen zwei sich umschließenden grauen Körpern 2.3 Gasstrahlung 3. Wärmeleitung 3.1 Differentialgleichung des Temperaturfeldes 3.2 Stationäre, eindimensionale Wärmeleitung ohne Quellen 3.2.1 Ebene Wände mit vorgegebenen Oberflächentemperaturen 3.2.2 Rohrwand mit vorgegebenen Oberflächentemperaturen 3.2.3 Ebene Wände mit konvektivem Übergang 3.2.4 Rohrwand mit konvektiven Wärmeübergang 3.2.5 Wärmeleitung in Rippen Stabrippen und ebene Rippen Kreisrippen 3.3 Stationäre, eindimensionale Wärmeleitung mit Wärmequellen 3.4 Instationäre Wärmeleitung ohne Wärmequellen 3.4.1 Körper mit sehr großer Wärmeleitfähigkeit 3.4.2 - Eindimensionale instationäre Wärmeleitungsprobleme - Halbunendliche Platte mit aufgeprägter Wandtemperatur - Halbunendliche Platte mit nichtvernachlässigbarem Wärmeübergangswiderstand - Halbunendliche Platte mit zeitlich veränderlichen Oberflächentemperaturen 3.4.3 Dimensionslose Kennzahlen und Diagramme zur Beschreibung von Wärmeleitungsvorgängen 4. Konvektion

4.1 Erhaltungsgleichungen für laminare, stationäre, zweidimensionale Strömungen
4.1.1 Kontinuitätsgleichung
4.1.2 Impulsgleichungen (Bewegungsgleichungen)
4.1.3 Energiegleichung

4.2 Erzwungene Konvektion Grenzschichtgleichungen für laminare, stationäre Strömungen
4.2.1 Exakte Lösungen der Grenzschichtgleichungen Analogie zwischen Impuls- und Wärmeaustausch

4.3 Natürliche Konvektion Grenzschichtgleichungen für laminare, stationäre Strömungen

4.4 Wärmeübertragung in turbulenten Strömungen

4.5 Anwendung der Ähnlichkeitstheorie zur Darstellung von Wärmeübertragungsgesetzen

5. Wärmeübergangsgesetze

5.1 Vorbemerkungen

5.2 Zusammenstellung von Wärmeübergangsgesetzen
5.2.1 Wärmeübergangsgesetze für erzwungene Konvektion Umströmte Körper
5.2.2 Erzwungene Konvektion Durchströmte Körper
5.2.3 Natürliche Konvektion Umströmte Körper
5.2.4 Natürliche Konvektion Geschlossene Räume

6. Stoffübertragung

6.1 Stofftransport durch Diffusion

6.2 Stofftransport in einem strömenden Medium

6.3 Diffusiver Stoffübergang an einer Oberfläche

6.4 Analogie zwischen der Wärme- und der Stoffübertragung

6.5 Verdunstung an einer flüssigen Oberfläche

7. Literatur

8.Anhang

Anhang A
Stoffwerte

Anhang B
FunktionenMathematische Formelsammlung

Lernziele/Lernergebnisse

Fachbezogen:

• Nach erfolgreich abgelegter Prüfung sind Studenten in der Lage, die Wärme- und Stoffübertragungsmechanismen Strahlung, Wärmeleitung, Diffusion und Konvektion im Rahmen ingenieurwissenschaftlicher Problemstellungen zu identifizieren.

• Sie sind fähig, die Einflussgrößen dieser Transportmechanismen in Form von dimensionslosen Kennzahlen zu formulieren.

• Sie sind mit der Analogie zwischen Wärme- und Stoffübertragung vertraut. Sie sind ferner in der Lage, die Zulässigkeit verschiedener vereinfachender Annahmen zu beurteilen, die in Bezug auf die Beschreibung technischer Systeme relevant sind.

• Die Studenten beherrschen die mathematische Beschreibung und analytische Lösung der Problemstellungen und die Interpretation der Ergebnisse im Hinblick auf eine gegebene Anwendung.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)

Empfohlene Voraussetzungen:
- Thermodynamik I
- Wärme- und Stoffübertragung I
- Kraftwerksprozesse

(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Strömungsmechanik I • Thermodynamik • Höhere Mathematik I-III Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Wärmeübertrager und Dampferzeuger
Literatur	• Vorlesungsumdruck Wärme- und Stoffübertragung, erhältlich am WSA, ca. 190 Seiten.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur In vier Veranstaltungen wird je ein Bonuspunkt vergeben, wobei maximal drei Bonuspunkte für jeden Studierenden für die Klausur angerechnet werden können. Diese Bonuspunkte können nicht zum Bestehen der Klausur herangezogen werden, sondern dienen der potenziellen Notenverbesserung. Drei Bonuspunkte entsprechen einem Notensprung von 0,3.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Reinhold Kneer
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	150,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Wärme- und Stoffübertragung I (401092801)	1. Semester	2. Semester	7	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Wärme - und Stoffübetragung I	1. Semester	2. Semester	-	2
Selbstrechenübung Wärme- und Stoffübertragung I	1. Semester	2. Semester	-	0
Vorlesung Wärme - und Stoffübetragung I	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Angewandte molekulare Katalyse (Wahlpflichtfach)
Kennung	1515609
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Gemeinsamkeiten und Unterschiede metallorganischer und enzymatischer Katalyse; Methoden der Katalysatorentwicklung (rational design, high throughput techniques, directed evolution); Implementierung molekularer Katalyse in unterschiedlichen Bereichen von Grundchemikalien zu Pharmazeutika; Industrielle asymmetrische Katalyse mit chemischen und biochemischen Methoden; Immobilisierung molekularer Katalysatoren; Ausgewählte Beispiele: z.B. Hydroformylierung, Carbonylierung, (asym.) Hydrierung, (asym.) Oxidation, Dimerisierung und Oligomerisierung von Olefinen, Olefinmetathese, C-C Verknüpfung, (dynamische) kinetische Racematspaltung, Methionin Synthese; aktuelle Trends, z.B. C-H Aktivierung, Kaskaden-Reaktionen, bio-metallorganische Hybridkatalysatoren.
Lernziele/Lernergebnisse	Molekulares und reaktionstechnisches Verständnis der wichtigsten technischen Anwendungen der molekularen Katalyse; Kenntnis über Potenzial und Limitierung moderner katalytischer Methoden im industriellen Einsatz; Fähigkeit zur Beurteilung unterschiedlicher Ansätze und Verfahrensalternativen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• R. H. Crabtree, The Organometallic Chemistry of the Transition Metals, Wiley, New York, 1993 • B. Cornils, W. A. Herrmann (Eds.:), Applied Homogeneous Catalysis with Organometallic Compounds, Wiley-VCH, Weinheim, 2nd ed., 2002 • P.W.N.M. van Leeuwen, Homogeneous Catalysis – Understanding the Art, Kluwer, Dordrecht, 2004 • H. U. Blaser, E. Schmidt, (Eds.) Asymmetric Cataylsis on Industrial Scale, Wiley-VCH, 2004 • A. Liese, K. Seelbach, C. Wandrey, Industrial Biotransformations, Wiley-VCH, Weinheim, 2000.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	keine
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher ChemieModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Walter Leitner
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündl. Prüfung Angewandte molekulare Katalyse (151560901)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Angewandte molekulare Katalyse	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Angewandte molekulare Katalyse	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Angewandte Quantenchemie für Ingenieure (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012503
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Introduction • Applications • Mathematical basics, experimental evidene of QM effects 2 • Properties of the Schrödinger equation and of wave functions • Discussion of the analytical solutions for a particle in a box and the harmonic oscillator 3 • Discussion of the analytical solutions for the rigid rotator and the hydrogen atom 4 • Approximations for the helium atom and multi-electron atoms • Bron-Oppenheimer approximation 5 • LCAO approximation • Hybrid orbitals • Hückel Theory 6 • Roothaan expansion (basis sets I) and Hartree-Fock method • Geometry optimization I • Gaussian software package 7 • Fermi and Coulomb correlation: configuration interaction, Möller-Plesset perturbation theory, Coupled Cluster Theory • Geometry optimization II 8 • Calculation of ideal gas functions 9 • Basis sets II 10 • Electron Correlation II: Static electron correlation • Calculations in the condensed phase I: Car-Parinello MD, Continuum solvation models 11 • Calculations in the condensed phase II: intermolecular interaction & predictive Equation of state 12 • Density functional theroy: basics & most relevant functionals 13 • ab initio reaction kinetics: calculation of potential energy surfaces, transition state theory, tunneling
Lernziele/Lernergebnisse	With respect to the subject: • Understanding of the theoretical basics of quantum mechanics. • Knowledge of the strengths and weaknesses of the most important approximation methods. • In the tutorials the students will aquire the skills necessary to use quantum mechanical software packages to compute properties required in practical engineering applications Not with respect to the subject (e.g. Team work, Presentation, Project Management, etc.): • none
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Handouts are available • Books available in the library will be suggested for further reading
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Kai Leonhard
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Angewandte Quantenchemie für Ingenieure (401250301)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Angewandte Quantenchemie für Ingenieure	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Angewandte Quantenchemie für Ingenieure	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Combustion Chemistry (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012507
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Introduction • Areas of research where fundamentals of chemistry are important (and why) 2 • Fundamentals of Reaction Kinetics • kinetic gas theory, chemical bonds, radicals and their stability • Information on mechanisms from macroscopic rates 3 • Physicochemical fundamentals of combustion • Reaction pathways in combustion, high T hydrocarbon oxidation, examples • Accurate experiments: Current state of the H2/O2 reaction kinetics (of H+O2+M up to 1000 bar) 4 • Experiments in Autoignition kinetics 1 • Introduction to peroxy chemistry and ist influence on engine types • Fundamentals of elementary kinetics in auto-ignition (Developing detailed models from fundamentals and limited experimental data) • Experimental methods to probe elementary reactions at each regime (single reaction, submechanisms, global models) 5 • Experiments in Autoignition kinetics 2 • Determining the rate coefficients of an „nth“ important reaction in a global model • Brief introduction to experimental methods and principles of spectroscopic techniques employed • Shock tube - Laser spectroscopy (e.g. reactions of Alkyl + O2 # products (OH, HO2 etc; RSFR+ O2) • Flow reactor- Laser spectroscopy/Mass-spectrometry 6 • The PES (Potential energy surface) • „Types“ of PES, visualisation, QM calculation • Activation energy and entropy 7 • Partition function and its quantitative influence • Molecular vibrations, rotation &; translation • Effect on chemical equilibrium and on the transition state 8 • Experiments in Autoignition kinetics 3 • Mapping the PES and determing rate constants at a “sub-mechanism level“ using experiments • Flow reactor - optical meausrements/ laser spectroscopy; Time resolved Mass – Spectrometry (ALS-MBMS); TOF-MS • Global and comprehensive models -- experimental • Shock tube - ignition delays, TOF-MS, Emission measurements, GC-MS analysis etc. • Flames, jet stirred reactors, laminar flow reactors, engine experiments 9 • Dynamics on the PES • Classical mechanical determination of paths and rates, • Tunneling, (variational)-TST, microcanonical treatment 10 • Pressure dependent reactions • Master Equation • RRKM 12 • Experimental methods for elementary kinetics of soot formation 2 • Particle level (LII and RAYLIX measurements) • Experimental methods in NOx formation chemistry: N-ARAS &; CH+N2 reaction (experiments and theory– current state) 13 • Current applications and research needs/trends in Combustion chemistry • TMFB approach and strategy used in combustion chemistry modeling and experiments • Automatic model generation (Reaction Mechanism Generator, EXGAS) • Fundamentals of such methods (Benson rules, group and bond additivity) • Model refinement using both experiments and theory (as per current status) • Future research needs and a general outlook (Grand Challenges of combustion in the 21st century)
Lernziele/Lernergebnisse	With respect to the subject: • Understanding of theoretical and experimental methods to investigate chemical aspectsof radical chain reactions which are the basis for combustion • Understanding of the relevance of these processes for technical processes & areas of research where fundamentals of chemistry are important (and why) & applications. • This knwoledge will enable students to determine the chemical combustion properties of novel fuel components that are needed to model a combustion process Not with respect to the subject (e.g. Team work, Presentation, Project Management, etc.): • none
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Script available will be prepared
Sprache	Englisch

Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Kai Leonhard
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Combustion Chemistry (401250701)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Combustion Chemistry	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Combustion Chemistry	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Chemie für Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	1513531
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung: Ammoniaksynthese 2 • Nomenklatur in der Chemie 3 • Chemische Grundlagen 4 • Prinzip der Katalyse 5 • Petrochemische Prozesse: • Crackreaktionen 6 • Petrochemische Prozesse: • Reformierungen 7 • Petrochemische Prozesse: • Dampfreformierung 8 • Petrochemische Prozesse: • Methanol aus Synthesegas 9 • Aromaten 10 • Olefine 11 • Hydroformylierung 12 • Mineralsäuren 13 • Chlor-Alkali-Elektrolyse 14 • Hochofenprozess 15 • Polymerchemie

Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden besitzen ein grundlegendes Verständnis für die Che-mische Prozesskunde. • Sie kennen die molekular-chemischen Transformationen wichtiger Bei-spielprozesse entlang der Wertschöpfungskette von (meist petrochemi-schen) Ausgangsstoffen zu Zwischen- und Endprodukten. • Sie können die in den (im Semester zuvor gehörten) Veranstaltungen "Grundoperationen der Verfahrenstechnik" und "Reaktionstechnik" erar-beiteten Prinzipien des Reaktordesigns und der Reaktionsführung auf stoffliche Beispiele übertragen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Vorlesungsskript • Onken/Behr: Chemische Prozesskunde
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	-
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher ChemieModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantwortlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang F. HölderichUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Marcel Liauw
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Chemie für Verfahrenstechnik (151353101)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Chemie für Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Einführung in optische Systeme für die Produktion (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010847
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 Elektromagnetische Wellen • Analogie mechanische/optische Wellen, • Maxwellgleichungen, Wellengleichung, ebene Wellen, Kugelwellen, • Huygenssches Prinzip, • Reflexion/Transmission, Polarisation 2 Strahlenoptik (paraxiale Optik) • Abgrenzung: Beugungsoptik-Strahlenoptik, • Konstruktion von Abbildungsstrahlengängen, Matrixformalismus • Helmholtz-Lagrange-Invariante, f/# - Zahl und numerische Apertur • Kardinalpunkte und Hauptebenen 3 Aberrationen • Aperturen und Pupillen, • Optische Weglängendifferenz (OPD), • Seidelsche Aberrationstheorie, • Chromatische Aberration, Korrekturprinzipien 4 Ray-Tracing • Prinzip des Ray-Tracing, • Aberrationsdiagramme, • Abbildungsleistung optischer Systeme 5 Optisches Layout und Optimierung • Vorgehen beim Optik Design, Merrit Funktion • Grundformen optischer Systeme 6 Optische Werkstoffe • Grundlagen der linearen Dispersion, • Eigenschaften optischer Gläser, • Metallspiegeloptiken, • Kunststoffe als optische Materialien, • GRIN – Komponenten, • Doppelbrechung 7 Interferenz und Beugung • Zweistrahlinterferenz, Vielstrahlinterferenz, • optische Schichten, • Beugung, Fresnel-Beugung, Fernfeld und Nahfeld
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Berechnungsverfahren der paraxialen Optik und die Abbildungsfehler bei nicht-paraxialer Optik und können diese Verfahren einsetzen. • Sie kennen weiterhin das Ray-Tracing-Verfahren zum Entwurf und zur Optimierung technischer optischer Systeme.

	• Die Studierenden sind in der Lage, diese strahlenoptischen Verfahren abzugrenzen von wellenoptischen Verfahren, die beispielsweise bei der Auslegung beugungsbegrenzter Systeme und von Lasern zu Einsatz kommen. Nicht fachbezogen: • Die Studenten sind in der Lage vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: " Dieses Modul kann nicht belegt werden, wenn das Modul "Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen" parallel belegt wird oder im letztgenannten Modul bereits eine Prüfung abgelegt wurde oder ein Fehlversuch vorliegt. Empfohlene Voraussetzungen " Vorlesung 'Physik für MB'
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • Dieses Modul kann nicht belegt werden, wenn das Modul "Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen" parallel belegt wird oder im letztgenannten Modul bereits eine Prüfung abgelegt wurde oder ein Fehlversuch vorliegt. Empfohlene Voraussetzungen: • Vorlesung „Physik für MB“
Literatur	• Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Carlo Holly
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	30,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündliche Prüfung Einführung in optische Systeme für die Produktion (401084701)	1. Semester	2. Semester	2	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in optische Systeme für die Produktion	1. Semester	2. Semester	-	1
Übung Einführung in optische Systeme für die Produktion	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Angewandte numerische Optimierung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012508
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Definition: Mathematische Optimierung • Problemformulierung: Gütefunktion, Modell und Beschränkungen • Beispiele für Optimierungsprobleme • Klassifizierung von Optimierungsproblemen • Mathematische Grundlagen 1: Stetigkeit, Differenzierbarkeit 2 • Mathematische Grundlagen 2: Gradient, Hessematrix, Konvexität • Optimalitätsbedingungen für unbeschränkte Probleme • Lösungskonzepte für unbeschränkte Probleme: direkte, indirekte numerische Lösung, Prinzip des Line Search und der Trust Region 3 • Line Search Strategien: Armijo und Wolfe Bedingung • Methoden zur Bestimmung einer Abstiegsrichtung: Steilster Abstieg, Konjugierte Gradienten 4 • Methoden zur Bestimmung einer Abstiegsrichtung: Newton-Verfahren • Praktische Newton-Verfahren: Inexakte -, Modifizierte -, Quasi-Newton-Verfahren • Trust-Region-Verfahren: Beispiel Dogleg-Methode 5 • Regressionsprobleme: Methode der kleinsten Fehlerquadrate • Gauss-Newton-Lösungsmethode für Regressionsprobleme • Levenberg-Marquardt-Lösungsmethode für Regressionsprobleme 6 • Beispiel eines Optimierungsproblems: Ethanol-Gewinnung • Herleitung der KKT-Optimalitätsbedingungen 7 • Lineare Programmierung (LP): • Innere-Punkt-Methoden für LPs • Simplex-Verfahren für LPs 8 • Quadratische Programmierung (QP): • Lösung des KKT-Systems für QPs • Active-Set-Methode für QPs • Lösungsstrategien für Nicht-Konvexe-QPs 9 • Methode der Projizierten-Gradienten für QPs • Innere-Punkt-Methoden für QPs • Lösung allgemeiner nichtlinearer Programme (NLP): • Strafterm-Methoden für NLPs 10

	• Log-Barrier Methode für NLPs • Augmented-Lagrangian-Methode für NLPs • SQP-Verfahren: Line-Search SQP 11 • Beispiele für Optimierungsprobleme: • Schichtkristallisator • Destillationskolonne 12 • Einführung in die Gemischt-Ganzzahlige-Optimierung: • Branch and Bound • Outer-Approximation 13 • Einführung in die dynamische Optimierung: • Optimalitätsbedingungen • Simultane Lösungsverfahren: Volldiskretisierung • Kontinuierliche Problemformulierung: Adjungierten-Gleichungen / Hamilton-Form 14 • Dynamische Optimierung: Sequentielles Lösungsverfahren • Herleitung der Sensitivitätsgleichungen • Beispiele für dynamische Optimierungsprobleme • Kurzeinführung in die Zustandsschätzung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden verstehen das Aufstellen von mathematischen Optimierungsproblemen mit Gütefunktion, Modell und Beschränkungen als Basis zur Lösung von beliebigen Problemen. • Die Studierenden beherrschen die Herleitung der Optimalitätsbedingungen für unbeschränkte und beschränkte Probleme mit nichtlinearen Nebenbedingungen. • Die Studierenden haben die Notwendigkeit einer numerischen Lösung für allgemeine mathematische Optimierungsprobleme verstanden und können die numerischen Grundkonzepte in eigenen Algorithmen implementieren. • Jeder Student hat die Klassifizierung von Optimierungsproblemen verstanden und kann beliebige Probleme in die entsprechende Klasse einordnen. Ferner hat jeder Student das Wissen, welche numerische Methode er zur Lösung eines solchen Problems benötigt. • Jeder Student hat die Optimierungsmethode exemplarisch an Aufgabestellung aus dem Maschinenbau/ der Verfahrenstechnik angewandt. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Der Student erlernt die Fähigkeit zur Teamarbeit bei Programmieraufgaben durch Kleingruppenübungen mit dem Programm Matlab (Teamarbeit). • Die Studierenden werden durch die Hausarbeiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren und eine konkrete Lösung zu erarbeiten (Methodenkompetenz).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• T. F. Edgar, D. M. Himmelblau, L. S. Lasdon: Optimization of Chemical Processes. McGraw Hill, New York, 2. Auflage, 2001. • J. Nocedal, S. J. Wright: Numerical Optimization. Springer-Verlag, New York, 1999.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung 3 Programmierübungen Für die Hausaufgaben können Studierende bis zu 10% Bonuspunkte bekommen. Die Hausaufgaben werden von den Studierenden vorbereitet und dann in einem kurzen Kolloquium mit dem Übungsleiter diskutiert.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Alexander Mitsos Ph. D.
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Angewandte numerische Optimierung (401250801)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Angewandte numerische Optimierung	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Angewandte numerische Optimierung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Reaktorsicherheit (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014351
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Aufgabenfelder der Reaktorsicherheit 2 • Radioaktivität • Radioaktive Inventare 3 • Sicherheitskonzept, Begriffe 4 • Nachwärmeproduktion, Nachwärmeabfuhr 5 • Kernschmelzunfälle und Folgen 6 • Reaktivitätsfragen, Temperaturkoeffizienten • Reaktordynamische Gleichung 7 • Reaktivitätsstörfälle 8 • Kühlmittelverluststörfälle 9 • Spezielle Störfälle (Rohrbruch im Dampferzeuger) • Sicherheit des Reaktordruckbehälters • Schäden an der Turbinenanlage • Ausfall der Stromversorgung 10 • Äußere Einwirkungen auf kerntechnische Anlagen 11 • Ausbreitung radioaktiver Stoffe 12 • Risikokonzept, Risikoanalysen • Ereignisabläufe, Fehlerbäume • Zuverlässigkeitsanalysen • Ergebnisse von Risikoanalysen 13 • Störereignisse TMI, Tschernobyl • Anforderungen an zukünftige Reaktoren • Prinzipien der inhärenten Sicherheit • Neue Leichtwasserreaktoren mit erhöhter Sicherheit

	14 • Sicherheitskonzept von Kernreaktoren ohne Kernschmelzen (HTR) • Sicherheitsfragen im Brennstoffkreislauf
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die Sicherheitstechnik von Kernkraftwerken • Die Studierenden können die verschiedenen Reaktortypen unter Sicherheitsgesichtspunkten bewerten • Die Studierenden sind in der Lage verschiedene Störfallszenarien zu bewerten und zu klassifizieren • Die Studierenden können wichtige Aspekte bei Störfallszenarien berechnen • Die Studierenden sind fähig Reaktor- und Sicherheitskonzepte kritisch aus verschiedenen Blickwinkeln zu Bewerten (Wärmetechnik, Strahlenschutz, Reaktortechnik, Risikoanalyse, gesellschaftliche Gesichtspunkte) Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Problemstellungen analysieren und bewerten • Die Übung erfolgt in Kleingruppen so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung Bonuspunkterelegung: Zugeordnete Bonusveranstaltung: Accident Management Seminar (SS) Im Rahmen des Accident Management Seminars wird eine Hausaufgabe vergeben, durch die ein Bonus von maximal 10% auf die Prüfung erlangt werden kann. • Erlangte Bonuspunkte verfallen in dem Semester, in dem das Accident Management Seminar erneut angeboten wird. • Es ist auch ohne Bonuspunkt möglich, die Prüfung mit der bestmöglichen Note zu absolvieren. • Erlangte Bonuspunkte haben keinen Einfluss auf das Prüfungsergebnis, wenn dieses ohne die Bonuspunkte "nicht bestanden" (5.0) lautet.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Hans Josef Allelein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Reaktorsicherheit (401435101)	1. Semester	2. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Bonusveranstaltung Reaktorsicherheit	1. Semester	2. Semester	-	0
Vorlesung Reaktorsicherheit	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Reaktorsicherheit	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Strahlenschutz (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012541
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Übersicht über den Strahlenschutz 2 • Strahlungsquellen • Radioaktivität, Zerfallsgesetz, Aktivität • Zerfallsarten, Röntgenstrahlung 3 • Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Materie • Strahlungsfeld • lineares Energieübertragungs-, Ionisierungsvermögen • Berechnung der Energieabsorption • Teilchenfluss, Reaktionsrate 4 • Dosisgrößen und –einheiten (Energiedosis, Kerma, Ionendosis, Äquivalentdosis) 5 • Biologische Wirkung ionisierender Strahlung • Dosis-Wirkungsbeziehung • stochastische und nicht stochastische Strahlenschäden 6 • Strahlungsmesstechnik • Nachweismethoden • Dosismessung, Ortsdosisleistung, Personendosis 7 • Berechnung der Strahlenexposition (äußere, innere, Inhalation, Ingestion) • Ableitung mit Lift und Wasser 8 • Abschirmung 9 • Schutzmaßnahmen • Dekontamination • Abfallbeseitigung • Emission mit Luft, Wasser 10 • Strahlenschutzregelungen (Atomgesetz, Strahlenschutzverordung, Röntgenverordnung) • Transportvorschriften 11 • Natürliche und zivilisatorische Strahlenexposition 12

	• Strahlenschutzprobleme nach Kernwaffeneinsatz 13 • Nichtionisierende Strahlung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die Schwierigkeiten beim Umgang mit radioaktiven Stoffen • Die Studierenden können die verschiedenen Strahlungsarten und ihre Wirkung bewerten • Die Studierenden können die verschiedenen Strahlenexposition von verschiedenen Strahlungsarten berechnen • Die Studierenden sind fähig die Wechselwirkung von Strahlung zu beschreiben und zu berechnen (biologische Aspekte, materialtechnische Aspekte, Risiko Aspekte, gesellschaftliche Gesichtspunkte) Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Problemstellungen analysieren und bewerten • Die Übung erfolgt in Kleingruppen so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Hans Josef Allelein Dr.-Ing. Inga Maren Tragsdorf
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strahlenschutz (401254101)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strahlenschutz	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Strahlenschutz	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Angewandte Chemische Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014357
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	8 Termine mit jeweils 3 Stunden. Termin 1 (Labor): Einführung in die Thematik (Reaktion, Wiederholung der mathematischen Beschreibungsgleichungen), Sicherheitseinweisung, erste Versuche mit Rohrreaktor Termin 2 (Labor): Messen verschiedener stationärer Zustände, selbstständiges Erarbeiten von Messreihen zur Bestimmung der Kinetikparameter für die folgenden Termine und die anschließende Simulation. Termin 3 (MATLAB): Interaktive Einführung in die Umgebung von MATLAB. Termin 4 (MATLAB): Implementierung eines Skriptes zur Reaktionsparameteranpassung auf Grundlage der Messwerte und der vorliegenden Reaktion. Termin 5 (COMSOL): Interaktive Einführung in die Simulationsumgebung von COMSOL Multiphysics. Erste Schritte in Richtung der Implementierung des Rohrreaktors. Termin 6 & 7 (COMSOL): Implementierung des Rohrreaktors und simulative Beschreibung der individuellen Problemstellung. Anschließend wird eine Parameterstudie auf Basis der Simulation durchgeführt. Termin 8 (Vortrag): Halten der Vorträge zur individuellen Problemstellung und Abgabe der schriftlichen Ausarbeitung.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Bei erfolgreicher Teilnahme an der Modulveranstaltung bekommen die Studierenden einen praktischen Einblick in die Methodik der chemischen Reaktorauslegung. Auf Basis der in der Veranstaltung "Chemische Verfahrenstechnik" (M.Sc.) erarbeiteten theoretischen Grundlagen der chemischen Reaktorauslegung erarbeiten die Studierenden: • Experimentelle Fähigkeiten durch die Bestimmung von Reaktionskinetikparametern mit Hilfe von selbst erarbeiteten Messdaten • Methodiken zur weiteren Verarbeitung der erlangten Messdaten mit einem selbstgeschriebenen Skript in MATLAB • Erste Einblicke in die Simulationsumgebung von COMSOL Multiphysics. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Implementierung von CFD Simulationen mit Umwandlung von chemischen Stoffen Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden können durch die Teilnahme an der Modulveranstaltung Reaktionen und Reaktionskinetiken in einem Rohrreaktor quantifizieren und simulativ reproduzieren, die wesentlichen Stofftransportvorgänge modellieren und dadurch ihren Einfluss auf die ablaufenden chemischen Reaktionen vorhersagen. Hierbei bauen die Studierenden ein Grundlagenwissen der Software MATLAB und COMSOL auf. Sie sind in der Lage, das Verhalten realer Reaktoren aus der ingenieurwissenschaftlichen Praxis mithilfe von geeigneten Modellierungsansätzen zu beschreiben und praxisnah umzusetzen. Sonstiges (fakultativ): keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Chemische Verfahrenstechnik (M.Sc.)
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • keine Empfohlene Voraussetzungen:

	• Chemische Verfahrenstechnik (M.Sc.)
Literatur	Veranstaltungsliteratur: Baerns, Hoffmann, Renken: Chemische Reaktionstechnik, Lehrbuch der technischen Chemie 1, Wiley-VCH; 3. Auflage (1999) Empfohlene weiterführende Literatur: John F. Wendt: Computational Fluid Dynamics, Springer; 3. Auflage (2010)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Das Modul wird über einen Vortrag und eine schriftliche Ausarbeitung der individuellen Aufgabenstellung benotet. Hierbei ergibt sich die Endnote zu 50 % aus dem Vortrag und zu 50 % aus der schriftlichen Ausarbeitung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Angewandte Chemische Verfahrenstechnik (401435701)	1. Semester	2. Semester	5	0
Praktikum Angewandte Chemische Verfahrenstechnik (401435702)	1. Semester	2. Semester	0	-

Modultitel	Mechanische Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014440
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Ähnlichkeitstheorie: 2. Grundlagen der Dimensionsanalyse Ähnlichkeitstheorie: Modellübertragung, Grundlagen und Beispiele 3. Partikeltechnologie, Feststoffzerkleinerung: Methoden, Modellierung von Zerkleinerungsmaschinen 4. Partikeltechnologie, Zerstäuben: Prinzip, Oberflächenspannung, Zerstäubungsvorrichtungen Energiebedarf der Zerstäubung, ähnlichkeitstheoretische Darstellung 5. Partikeltechnologie, Kornverteilungen: Korngrößenmessverfahren Spezielle Größenverteilungen, RRS-Verteilung 6. Partikeltechnologie, Partikelhaufwerke: Spezifische Oberfläche Oberflächenbestimmung, Messverfahren 7. Mechanische Stofftrennverfahren, Siebung: Kennzeichnung eines Siebprozesses Siebmethoden und -maschinen 8. Mechanische Stofftrennverfahren, Sedimentation: Auslegung von Sedimentationsapparaten 9. Mechanische Stofftrennverfahren, Zentrifugation: Auslegung von Zentrifugen 10. Mechanische Stofftrennverfahren: Gaszyklon: Prinzip, Dimensionierung Hydrozyklon: Prinzip, Dimensionierung 11. Mechanische Stofftrennverfahren, Filtration: Kapillarmodell zur Beschreibung der Filtration Filtrationsapparate, Filtermedien 12. Mechanische Stofftrennverfahren, Filtration: Theoretische Beschreibung der Filtration (Konstanter Durchsatz, konstante Druckdifferenz)Optimaler Betrieb diskontinuierlich arbeitender Filter 13. Mischen und Rühren: Rührertypen, Ermittlung der Antriebsleistung Aufwirbeln von Suspensionen 14. Mischen und Rühren: Wärmetransport an gerührte Substanzen omogenisieren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden vertiefen ihr Wissen über die Grundoperationen der mechanischen Verfahrenstechnik. • Sie sind in der Lage, die in der Vorlesung vorgestellten sowie prinzipgleiche Verfahren aus den Bereichen der Zerkleinerung und der mechanischen Stofftrennung selbstständig modelltheoretisch zu beschreiben. • Sie können außerdem das Grundprinzip der Prozesse erfassen und Apparate der mechanischen Verfahrenstechnik für bestimmte Anforderungen auslegen. Weiterhin können sie mit Hilfe der Dimensionsanalyse und der Ähnlichkeitstheorie prozess- oder apparatespezifische Kennzahlen ermitteln und eine Größenübertragung beliebiger Prozesse der Verfahrenstechnik eigenständig durchführen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsumdruck "Mechanische Verfahrenstechnik" (erhältlich am IVT), 175 Seiten mit zahlreichen Abbildungen

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Ronald Gebhardt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Mechanische Verfahrenstechnik (401444001)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mechanische Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Mechanische Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Modellierung technischer Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011584
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung und Abgrenzung der Begriffe „Prozess“ und „Modell“ • „Prozessgrößen“ und „Modellgleichungen“ als grundlegende Konzepte der Modellentwicklung • Vorstellung der Modellgleichungsstruktur bestehend aus Bilanzgleichungen, konstitutiven Gleichungen und weiteren Gleichungen zur Beschreibung des Verhaltens verfahrenstechnischer Prozesse 2 • Allgemeine differentielle Bilanzgleichung für Phasen • Verknüpfung von Phänomenen des Prozesses mit den Termen der differentiellen Bilanzgleichung, d.h. Speicherterm, konvektiver und diffusiver Transportterm und Quellterm • Herleitung der differentiellen Gesamtmassenbilanz und Massenbilanz eines Stoffes im Gemisch aus der allgemeinen differentiellen Bilanzgleichung 3 • Herleitung der differentiellen Impulsbilanz, Bilanzen für verschiedene Energieformen und der Entropiebilanz 4 • Allgemeine differentielle Bilanzgleichung für Oberflächen • Dimensionsreduktion differentieller Bilanzen bei nur zwei oder einer berücksichtigten Ortsdimension 5 • Allgemeine integrale Bilanzgleichung für Phasen • Verknüpfung von Phänomenen des Prozesses mit den Termen der integralen Bilanzgleichung, d.h. Speicherterm, Transportterm, Quellterm und Austauschterm • Herleitung der integralen Massenbilanz und Massenbilanz eines Stoffes im Gemisch, Impulsbilanz, Energiebilanz und Entropiebilanz aus der allgemeinen integralen Bilanzgleichung 6 • Herleitung der integralen Bilanzen für den Spezialfall ideal durchmischter Systeme • Modellvervollständigung mit konstitutiven Gleichungen für Transportterme und Quellterme in den Bilanzgleichungen für Phasen 7 • Modellvervollständigung mit konstitutiven Gleichungen für Transportterme und Quellterme in Bilanzgleichungen für Oberflächen • Modellvervollständigung mit weiteren konstitutiven Gleichungen und Zwangsbedingungen 8 • Einführung in die Systemtheorie • Systemkonzept, Systemdarstellung und Systementwicklung als Werkzeuge zur methodischen Behandlung beliebiger Systeme 9 • Anwendung der Methoden der Systemtheorie auf Modelle als spezielle Systeme • Einführung von Modellbausteinen zur Modellstrukturierung im Sinne der Systementwicklung • „Komponenten“ und „Verknüpfungen“ als spezielle Modellbausteine zur Modelldarstellung im Sinne der Systemdarstellung

	10 • Elementare Modellbausteine • Charakterisierung von elementaren Modellbausteinen mittels Merkmalslisten im Sinne des Systemkonzepts 11 • Nicht-elementare Modellbausteine und deren Merkmalslisten 12 • Klassifizierung der Struktur von Gleichungssystemen typischer verfahrenstechnischer Modelle • Kriterien und Analysemethoden zur Lösbarkeit von stationären Modellen 13 • Kriterien und Analysemethoden zur Lösbarkeit von dynamischen Modellen 14 • Anwendung des vollständigen Modellierungsprozesses an Hand eines konkreten Beispiels
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Grundlagen einer systematischen Modellentwicklung für verfahrenstechnische Prozesse. Sie kennen Analysemethoden zur Bewertung von mathematischen Modellen und können die Merkmale allgemeiner Modellbausteine benennen. • Die Studierenden verstehen die Bedeutung der einzelnen mathematischen Terme der Modellgleichungen, können diese interpretieren und daraus Schlüsse und Folgerungen über das Verhalten des modellierten Prozesses ziehen. • Die Studierenden können die Methoden der Modellentwicklung und Analyse auf neue unbekannte Prozesse anwenden. • Aufgrund der weit gefächerten interdisziplinären Herkunft verfahrenstechnischer Prozesse bringen die Studierenden Kenntnisse anderer Fachrichtungen ein, beispielsweise der chemischen, mechanischen, biologischen und thermischen Verfahrenstechnik sowie der Anlagentechnik und Prozessleittechnik. • Die Studierenden können die Phänomene eines verfahrenstechnischen Prozesses isolieren, ihre prozesstechnische Relevanz bestimmen und darauf aufbauend Modelle mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad entwickeln. • Die Studierenden können die Güte von Prozessmodellen anhand geeigneter Analysemethoden beurteilen, alternative Modelle kritisch vergleichen und ggf. verbessern Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundoperationen der Verfahrenstechnik " Reaktionstechnik " Thermodynamik der Gemische
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): Grundoperationen der Verfahrenstechnik Reaktionstechnik Thermodynamik der Gemische
Literatur	• Vorlesungsskript • Aufgabensammlung zur Klausurvorbereitung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Alexander Mitsos Ph. D.
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Modellierung technischer Systeme (401158401)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminaristische Übung Modellierung technischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	0
Vorlesung/Übung Modellierung technischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Thermische Trennverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011515
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung und Überblick zu den thermischen Trennverfahren Diskontinuierliche Destillation 2 • Kontinuierliche einstufige Destillation Idee des Gegenstroms, Kaskadenschaltung 3 • Allgemeine Darstellung Thermischer Trennverfahren Modellierung einer Verstärkungskolonne basierend auf der allgemeinen Darstellung thermischer Trennverfahren Auslegung der Verstärkungskolonne nach dem McCabe-Thiele-Verfahren 4 • Wahl des optimalen Rücklaufverhältnisses Auslegung von Destillationskolonnen nach dem McCabe-Thiele-Verfahren 5 • Konstruktion des Abtriebteils Konstruktion des Zulaufs Short-Cut-Verfahren nach Fenske, Underwood und Gilliland 6 • Bauformen von Bodenkolonnen Bauformen von Füllkörper -und Packungskolonnen 7 • Wirksamkeit von Einbauten Belastungsgrenzen 8 • Einführung und Überblick zur Extraktion Einstufige und Kreuzstrom-Extraktion im Dreiecks und im Beladungsdiagramm Analytische Beschreibung der einstufigen und der Kreuzstrom-Extraktion 9 • Gegenstromextraktion im Dreiecksdiagramm, Polstrahlverfahren 10 • Minimale Lösungsmittelmenge bei der Gegenstromextraktion Anforderungen an Extraktionsmitte Bauformen von Extraktionskolonnen 11 • Einführung und Überblick zur Absorption Anforderungen an das Lösungsmittel HTU-NTU-Verfahren 12 • Ponchon-Savarit-Verfahren, Verallgemeinerung des McCabe-Thiele Verfahrens Darstellung der Destillation im Energie-Zusammensetzungsdiagramm 13 • Mehrstoffdestillation

	• Kristallisation 14 • Detaillierter Überblick zu den Verfahren Adsorption, Chromatografie und Trennung von Flüssig-Flüssig-Dispersionen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden können die verschiedenen zur Verfügung stehenden thermischen Trennverfahren einordnen und vergleichen. • Die Studierenden können für eine Trennaufgabe das am besten geeignete thermische Trennverfahren auswählen. • Die Studierenden sind fähig Trennapparate detailliert zu modellieren. • Die Studierenden sind fähig den apparativen Aufwand von Trennkolonnen mit Short-Cut-Verfahren abzuschätzen. • Die Studierenden kennen praktische Ausführungen von Kolonnen. • Die Studierenden kennen den Einfluss von Betriebsparametern auf das Trennverhalten der Kolonnen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Lösung von Übungsaufgaben in Teamarbeit • PC-basierte Gruppenübung • Laborübung
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Thermodynamik der Gemische Voraussetzung für (z.B. andere Module): " Prozessintensivierung und Thermische Hybridverfahren
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): Thermodynamik der Gemische
Literatur	Skript zur Vorlesung beim Übungsbetreuer erhältlich Thermische Trennverfahren. Grundlagen, Auslegung, Apparate, K. Sattler und T. Adrian, ISBN: 3527302433
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Andreas Jupke
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Thermische Trennverfahren (401151501)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Thermische Trennverfahren	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Thermische Trennverfahren	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Gasdynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011055
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Thermodynamische Grundlagen: • Zustandsgleichung idealer Gase, • erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik 2 • Isentrope Unter- und Überschallströmung: • Energiesatz, • Zustandsänderungen bei isentroper Strömung, • kritische Schallgeschwindigkeit 3 • Düsenströmungen: • Quasi-eindimensionale Erhaltungsgleichungen, • Geschwindigkeits-Flächenbeziehung 4 • Düsenströmungen und senkrechter Verdichtungsstoß: • Strömungsformen in Abhängigkeit des Gegendruckes, • Sprungbedingungen • Zustandsänderungen über einen senkrechten Verdichtungsstoß 5 • Senkrechter Verdichtungsstoß: • Prandtl-Gleichung, • Entropieproduktion über einen Stoß, • Ruhedruckverlust 6 • Näherungen für schwache Stöße: • Abhängigkeit Druckerhöhung Entropieproduktion, • Möglichkeit eines Expansionsstoßes 7 • Schräge Verdichtungsstöße: • Erhaltungsgleichungen, • Sprungbedingungen, • Zustandsänderungen über einen schrägen Stoß, • Stoßpolarendiagramm 8 • Schwache schräge Verdichtungsstöße: • Prandtl-Meyer Strömungen: • Herleitung der Prandtl-Meyer Beziehung, • Anwendung auf Kompressions- und Expansionsströmungen 9 • Umströmung schwach angestellter, schlanker Profile: • Aufstellung der Näherungsformeln,

	• Ermittlung der Auftriebs- und Widerstandsbeiwerte 10 • Charakteristikentheorie: • Crocco'scher Wirbelsatz und gasdynamische Grundgleichung, • Kompatibilitätsbedingungen 11 • Anwendung der Charakteristikentheorie: • auf Düsenströmungen, • Wechselwirkungen mit Freistrahlen, • nichteinfache Strömungsgebiete 12 • Potentialtheorie: • Linearisierung der Potentialgleichung, • Lösungsansatz nach d'Alembert, • Gültigkeitsbereich, • Störpotentialgleichung für schallnahe Strömungen 13 • Anwendung der Potentialtheorie: • zur Berechnung von Profilumströmungen und Innenströmungen, • Aufstellen entsprechender Randbedingungen 14 • Gasdynamische Ähnlichkeitsgesetze: • ebene Strömungen, • Transformationsbedingungen, • Ähnlichkeitsgesetze nach Prandtl-Glauert und Göthert 15 • Gasdynamische Ähnlichkeitsgesetze: • Erweiterung auf dreidimensionale Strömungen, • Transformation der Randbedingungen, • Rotationssymmetrische Strömungen als Sonderfall der dreidimensionalen Strömungen, • Ähnlichkeitsgesetze für schallnahe Strömungen
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studenten sind in der Lage, selbständig gasdynamische Fragestellungen zu erkennen und diese systematisch zu analysieren und zu lösen. • Sie können in der Theorie verschiedene Lösungsmethoden auswählen und der Aufgabenstellung entsprechend anwenden. • Die Studenten beherrschen die Grundlagen zur Berechnung stationärer Überschallströmungen mit und ohne eingelagerte Verdichtungsstöße und Expansionsgebiete. • Angewendet werden diese Kenntnisse zur Bestimmung der Düsenströmung, der Profilumströmung im Überschall und zur Herleitung gasdynamischer Ähnlichkeitsgesetze.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Gasdynamik
(empfohlene) Voraussetzungen	empfohlen: Strömungsmechanik
Literatur	Vorlesungsskript Gasdynamik, 147 Seiten, zahlreiche Abbildungen und Diagramme
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Karl Alexander Heufer

ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Gasdynamik (401105501)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Gasdynamik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Gasdynamik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Flugregelung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011707
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • EINFÜHRUNG • Zielsetzung • Historie • Quellen 2 • GRUNDLAGEN • Grundbegriffe • Beschreibungsformen • Der Regelkreis 3 • Auslegungsziele • Auslegungsverfahren 4 • ELEMENTE DER FLUGREGELKREISE • Regelstrecke • Bewegungsgleichungen • Dynamisches Verhalten 5 • Messgrößen, Stellgrößen, Störgrößen • Regelungsprinzipien 6 • AUFGABEN UND STRUKTUR DER FLUGREGELKREISE • Aufgaben • Auslegungsziele 7 • VERBESSERUNG DER FLUGEIGENSCHAFTEN • Eigenverhalten • Nickdämpfer • Phygoiddämpfung 8 • Eigenverhalten • Gierdämpfer • Rolldämpfer< 9 • Führungsverhalten • Lageregler • Kurvenkoordinierung • Kurvenkompensation 10 • Führungsverhalten • Vorgaberegler • Modellfolgeregler 11 • REGLER ZUR BAHNFÜHRUNG • Höhenregelung • Fahrtregelung • Kursregelung 12 • ERWEITERUNG DER EINSATZGRENZEN • Reduzierte Stabilität • Lastabminderung • Schwingungsdämpfung 13 • REALISIERUNGSGESICHTSPUNKTE • Strukturdynamik • Signalverarbeitung • Sicherheit 14 • REALISIERUNGSBEISPIELE • Do328 • A320 • ATTAS • VTOL-UAV
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die grundlegenden Auslegungsziele und Auslegungsverfahren für Flugregelungssysteme und sie verstehen die Aufgaben und die Struktur der Flugregelkreise. • Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse bei einfachen Aufgaben des Entwurfs von Systemen zur Modifikation der Flugeigenschaften, Reglern zur Bahnführung und zur Erweiterung der Einsatzgrenzen anzuwenden. • Die Studierenden können die Wirkungen unterschiedlicher Messgrößen und Stellgrößen in einem Gesamt-Flugführungssystem beurteilen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen:_ " Flugdynamik " Regelungstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Flugdynamik • Regelungstechnik
Literatur	• Skript "Flugregelung" • Brockhaus, "Flugregelung", Springer 2001, ISBN 3-540-41890-3
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung oder eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dieter Moormann

ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Flugregelung (401170701)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Flugregelung	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Flugregelung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Raumflugmechanik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011701
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • SONNENSYSTEM 2 • ALLGEMEINE DEFINITIONEN • Maßsysteme • Koordinatensysteme • Zeitdefinitionen 3 • ZWEI-KÖRPER-PROBLEM • Kepler • Newton 4 • BEWEGUNGSGLEICHUNGEN 5 • LÖSUNG DER RELATIVBEWEGUNG 6 • KEGELSCHNITTE • Grundaufgaben 7 • SCHWEREFELD DER ERDE 8 • BALLISTISCHE BAHNEN 9 • FLUCHT- UND EINFANGBAHNEN 10 • ÜBERGANGANGSBAHNEN • Hohmann-Transfer 11 • BI-Elliptische Übergangsbahnen • Räumliche Übergangsbahnen 12 • GESCHWINDIGKEITSTRANSFORMATIONEN • Swing-By 13 • LAMBERT´S THEOREM 14

	• Anwendung Lambert´sches Theorem
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die Grundbegriffe und Grundgleichungen zur Berechnung von Raumflugbahnen unter dem Einfluss von zwei gravitationsbehafteten Körpern • Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse bei einfachen Aufgaben der Auslegung von ballistischen Bahnen, Flucht- und Einfangbahnen und Übergangsbahnen anzuwenden • Die Studierenden können die Anwendbarkeit und die Grenzen der hergeleiteten Methoden beurteilen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Raumfahrzeugbau I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Raumfahrzeugbau I
Literatur	• Skript "Raumfflugmechanik I" • W. Steiner, M. Schagerl "Raumflugmechanik", Springer, ISBN 3-540-20761-9
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dieter Moormann
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Raumflugmechanik I (401170101)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Raumflugmechanik I	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Raumflugmechanik I	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Modellgestützte Schätzmethoden (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113434
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Die Studierenden können inverse Probleme erkennen. 2 • Die Studierenden können die grundlegenden Fehlermodelle benennen. • Die Studierenden sind mit den Grundlagen aus der angewandten Stochastik vertraut und kennen z. B. die Bedeutung einer Zufallsvariable. 3 • Die Studierenden kennen Schätzverfahren und deren Anwendungsgebiete. • Die Studierenden kennen die Maximum-Likelihood Methode und können diese anwenden. • Die Studierenden kennen die Methode der kleinsten Fehlerquadrate und können demonstrieren, in welchen Fällen diese ein so genannter 'best linear unbiased estimator' (BLUE) ist. 4 • Die Studierenden können lineare inverse Probleme formulieren und deren Schlechtgestelltheit analysieren. • Die Studierenden kennen das Lösungsverhalten schlecht gestellter Probleme. 5 • Die Studierenden können die Eigenvektorzerlegung darstellen und auf Beispiele anwenden. 6 • Die Studierenden können die Verbindung von Eigenwerten und der Schlechtgestelltheit erläutern. • Die Studierenden können die abgeschnittene Singulärwertzerlegung zum Lösen schlecht gestellter Probleme nutzen und begründen, warum die Methode sinnvoll ist. • Die Studierenden kennen die Singulärwertzerlegung und können diese anwenden. 7 • Die Studierenden können die regularisierenden Eigenschaften der Diskretisierung begründen. • Die Studierenden können die regularisierenden Eigenschaften iterativer Löser erläutern. • Die Studierenden können die Tikhonov Regularisierung erläutern. 8 • Die Studierenden können das Diskrepanzprinzip erläutern und anwenden. • Die Studierenden kennen wesentliche Methoden zur Wahl des Regularisierungsparameters. • Die Studierenden können das L-Kurven Kriterium erläutern und anwenden. 9 • Die Studierenden können den Luenberger Beobachter analysieren und erläutern. • Die Studierenden können Lösungsstrategien inverser Probleme auf den Problemkreis der Zustandsschätzung anwenden. • Sie können den Begriff der Beobachtbarkeit für LTI-Systeme erläutern. 10 • Die Studierenden können den Begriff der Systeminversion erläutern. • Die Studierenden können die Lösungsstrategien inverser Probleme auf die Problemklasse der Eingangsschätzung anwenden. 11

	• Die Studierenden können geeignete Gütefunktionen auswählen und begründen. • Die Studierenden können Eingangsschätzprobleme mittels Zustandserweiterung selbständig analysieren und lösen. • Die Studierenden können Parameterschätzprobleme lösen. 12 • Die Studierenden können eine Konfidenzanalyse durchführen. • Die Studierenden können die Lösung eines Parameterschätzproblems analysieren und kritisch hinterfragen. 13 • Die Studierenden können zwischen konkurrierenden Modellstrukturen wählen und ihre Wahl begründen. • Die Studierenden kennen die Konzepte der optimale Versuchsplanung und • können diese auf Beispielprobleme anwenden. 14 • Die Studierenden lernen Beispiele inverser, schlecht gestellter Probleme aus dem Forschungsumfeld kennen und können diese klassifizieren. 15 • Die Studierenden lernen Beispiele inverser, schlecht gestellter Probleme aus dem Industrieumfeld kennen und können diese klassifizieren.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden können inverse Probleme erkennen und erklären • Die Studierenden sind in der Lagem die Schlechtgestelltheti eines Problems zu analysieren. • Die Studierenden kennen die wichtigsten regularisierungsstrategien zur Lösung schlecht gestellter Probleme und können diese auf konkrete Probleme anwenden. • Die Studierenden können die Angemessenheit eines mathematischen Modells für einen Prozess beurteilen. • Die Studierenden kennen die Konzepte der optimalen Versuchsplanung und können diese auf konkrete Beispiele anwenden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können einfache Programme in Matlab implementieren (wird in den Übungen erlernt) Die Schlüsselqualifikationen sollen während der Vorlesungen, der entsprechenden begleitenden Übungen und Selbststudium erworben werden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.): " Englisch (Beschäftigung mit englischsprachiger Fachliteratur im Selbststudium) " Praktische Erfahrungen mit einer höheren Programmiersprache (in den Übungen müssen kleinere Aufgaben in Matlab implementiert werden)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Englisch (Beschäftigung mit englischsprachiger Fachliteratur im Selbststudium) • Praktische Erfahrungen mit einer höheren Programmiersprache (in den Übungen müssen kleinere Aufgaben in Matlab implementiert werden)
Literatur	• Y. Bard. "Nonlinear Parameter Estimation" • P.C. Hansen. "Rank-deficient and ill-posed Problems" • H.W. Engl. „Inverse Problems“
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher MathematikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher:

	Dr.-Ing. Adel Mhamdi
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Modellgestützte Schätzmethoden (111343402)	2. Semester	1. Semester	0	2
Klausur Modellgestützte Schätzmethoden (111343401)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Modellgestützte Schätzmethoden	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Prozessentwicklung in der Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013366
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung • Systematischer Lösungsansatz 2 • Entscheidungshierarchie nach Douglas • Ausgangssituation, Ermittlung des wirtschaftlichen Potentials alternativer Synthesewege 3 • Entscheidungshierarchie nach Douglas • Definition eines einfachen Prozesses, Ein- / Ausgangsstruktur 4 • Gestaltung des Reaktorsystems • Reaktorauswahl, Methode der erreichbaren Gebiete für Reaktornetzwerke 5 • Gestaltung des Trennsystems • Überblick, Entwurf der Gastrennung 6 • Gestaltung des Trennsystems • Entwurf der Flüssigkeitstrennung 7 • Gestaltung des Trennsystems • Entwurf der Flüssigkeitstrennung 8 • Gestaltung des Trennsystems • Rückstandslinien, Sequenzierung von Destillationskolonnen 9 • Sicherheit, Umweltschutz • Umweltschutz beim Fließbildentwurf, Gefahrenpotentiale, Maßnahmen, CO2 -Emissionen 10 • Prozessberechung • Massenbilanzen von Mischer, Stromteiler, Reaktor, Destillation, Absorption/Extraktion 11 • Prozessberechnung • Energiebilanzierung, Enthalpieberechnung von Stoffströmen, Energiebilanzen von Wärmetauscher, Reaktor, Pumpen, Kompressoren, Kälteanlagen 12 • Grobdimensionierung von Apparaten • Dimensionierung von Behältern, Reaktoren, Wärmetauschern, Destillationskolonnen, Absorptionskolonnen

	13 • Kostenschätzung und wirtschaftliche Bewertung • Abschätzung der Herstellkosten, Aufteilung der Gesamtkosten, Kapitalkosten, Abschreibung, Bewertung von Investitionsalternativen durch einperiodische und mehrperiodische Verfahren 14 • Methoden der Energieintegration • Berechnung der minimalen zu- und abzuführenden Wärmen mit der Pinchmethode, minimale Anzahl der Wärmetauscher, Entwurf des Wärmetauschernetzwerkes 15 • Methoden der Energieintegration • Energieintegration von Destillationskolonnen, Wärmekraftmaschinen und Wärmepumpen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind in der Lage, Fließbilder verfahrenstechnischer Prozesse nach der Entscheidungshierarchie von Douglas zu entwickeln: von Ausgangssituation über Ein- und Ausgangsstruktur sowie Rückführungsstruktur zur Gestaltung des Reaktorsystems und des Trennsystems. • Die Studierenden beherrschen die Berechnung der im Fließbild auftretenden Stoff- und Energieströme mit einfachen Massen- und Energiebilanzen. • Sie können die wichtigsten Apparate verfahrentechnischer Prozesses grob dimensionieren. • Die Studierenden sind in der Lage die Investitionskosten und Produktionskosten eines Prozesses grob abzuschätzen. Mit Methoden der ökonomischen Bewertung können sie Prozessalternativen hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit vergleichen und eine Entscheidung für die attraktivste Alternative fällen. • Die Studierenden beherrschen die Pinch-Analyse, um das Potential für eine Energieintegration innerhalb eines verfahrenstechnischen Prozesses zu ermitteln. • Sie können ein Wärmetauschernetzwerk mit heuristischen Regeln entwerfen, mit dem dieses Potential ausgeschöpft wird. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundoperationen der Verfahrenstechnik " Reaktionstechnik " Wärme- und Stoffübertragung I " Thermodynamik der Gemische
(empfohlene) Voraussetzungen	empfohlen: • Grundoperationen der Verfahrenstechnik • Reaktionstechnik • Wärme- und Stoffübertragung I • Thermodynamik der Gemische
Literatur	Vorlesungsumdruck Prozessentwicklung in der Verfahrenstechnik mit Übungsaufgaben, 265 Seiten
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Alexander Mitsos Ph. D.
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Prozessentwicklung in der Verfahrenstechnik (401336601)	2. Semester	1. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Prozessentwicklung in der Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Anlagenweite Regelung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013318
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in das Thema der anlagenweiten Regelung • Wiederholung graphischer Symbole und Kennbuchstaben der EMSR-Technik, um die Regelstrukturen verstehen zu können. 2 • Wiederholung der wichtigsten Prozessgrößen, deren Klassifikation und Auswahl • Einführung der Freiheitsgradanalyse, teilweise Wiederholung und Erweiterung der Kenntnisse aus der Regelungstechnik • Einführung in die Software Matlab, die als Standard-Software zur Lösung relevanter Fragen im Bereich anlagenweite Regelung verwandt wird 3 • Einführung von Mehrgrößenregelung, als Erweiterung der Kenntnisse aus der Regelungstechnik • Diskussion von Regelkreisstrukturen, die häufige Anwendung in Theorie und Praxis erhalten • Einführung des Tennessee Eastman Prozesses, als Standardbeispiel für anlagenweite Regelung 4 • Wiederholung und Erweitung der Systemdarstellungen, die für die anlagenweite Regelung benötigt werden • Die Hauptregelaufgaben der Prozesse werden herausgearbeitet 5 • Systemdarstellung bzw. die Einführung der zwei möglichen Verhalten von Systemen • Analyse des stationären Verhaltens von Prozessen als Standardfall • Freiheitsgradanalyse und Regelparametrierung als Methoden in der industriellen Praxis 6 • Analyse des dynamischen Verhaltens von Prozessen • Aufzeigen dieser Systemeigenschaften 7 • Stabilität und Richtungsabhängigkeit von Mehrgrößensystemen als wichtige Anforderung an anlagenweite Regelung 8 • Dezidierte Betrachtung der Eigenschaften von Mehrgrößensystemen mit zentraler Regelung 9 • Diskussion der erreichbaren Regelgüte bei zentraler Regelung, um die Vor- und Nachteile dieser Methode abschätzen zu können 10 • Diskussion der erreichbaren Regelgüte bei dezentraler Regelung, um die Vor- und Nachteile dieser Methode abschätzen zu können 11 • Zusammenführung aller vorhergehend eingeführten Methoden zur anlagenweiten Regelung

	12 • Betrachtung der Besonderheiten bei dezentraler Regelung: Paarung von Stell- und Regelgrößen 13 • Zusammentragen der erlernten Erkenntnisse und praktische Umsetzung des Erlernten bei der Regelung einer realen Technikumskolonne 14 • Als weiterführendes Thema: Einführung in lineare modell-prädiktive Regelung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind mit dem allgemeinen Aufgabengebiet der Prozessführung vertraut. Ihnen wird die Problematik dargestellt, die auftritt, wenn mehrere Apparate in einer Anlage mit einer komplexen Regelstruktur betrieben werden. • Die Studierenden kennen verschiedene Mehrgrößenregelsysteme und spezielle Regelkreisstrukturen. • Die Studierenden verstehen die beiden gängigen Systemdarstellungen des Zustandsraums und des Frequenzbereichs. • Sie können das Verhalten von stationären und dynamischen Systemen analysieren. • Die Studierenden können ein System mittels der Kriterien Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit und Stabilität charakterisieren. • Sie kennen die Unterschiede und die Vor- bzw. Nachteile zwischen einer zentralen und einer dezentralen Regelung. • Die Studierenden kennen verschiedene Ansätze, um eine anlagenweite Regelung zu erstellen. • Die Studierenden lernen den Umgang mit Matlab. • Im Verlauf der Laborübung regeln die Studierenden eine Technikumskolonne und verstehen die Bedeutung der Prozessführung in der Praxis. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden halten jeweils ein Referat über eine Publikation aus dem Themenbereich der anlagenweiten Regelung. • Sie werden während der Übungseinheiten mit der simulationsgestützen Analyse von dynamischen Systemen vertraut.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Regelungstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Regelungstechnik
Literatur	• Skript zur Vorlesung • H. Schuler: Prozessführung, Oldenbourg Verlag • O. Föllinger: Regelungstechnik , Hüthig Buch Verlag
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine mündliche Prüfung • Ein Referat
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr.-Ing. Adel Mhamdi
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Anlagenweite Regelung (401331801)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Anlagenweite Regelung	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Anlagenweite Regelung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Physikalische Festkörperchemie (Wahlpflichtfach)
Kennung	1515596
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung und Übersicht • Kristallgitter 2 • Bindungen und Bänder in Festkörpern • Bänder • Metalle • Freies Elektronengas • Wärmekapazität des freien Elektronengases • Elektrische Leitfähigkeit • Isolatoren und Halbleiter • Dotierung • Halbleiterbauelemente 3 • Festkörperthermodynamik • Ionenkristalle: Struktur • Ionenkristalle: Gitterenergie • Gitterschwingungen 4 • Defekte in Festkörpern (Defektchemie) • Makroskopische Evidenz für Gitterfehler • Mikroskopische Modelle von Punktdefekten • Thermodynamik von Punktdefekten • Nichtstöchiometrische Verbindungen 5 • Diffusion • Diffusionsmechanismen • Selbstdiffusion • Sekundärionenmassenspektrometrie • Tracerdiffusion • Diffusion im Konzentrationsgradienten • Temperaturabhängigkeit der Diffusion • Irreversible Thermodynamik • Chemische Diffusion 6 • Festkörperreaktionen 7 • Brennstoffzellen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen Gegenstand, Entwicklung und Trends der Physikalischen Chemie fester Stoffe.

	• Die Studierenden können theoretische Modelle der Festkörperstruktur auf aktuelle Fragestellungen übertragen. • Die Studierenden sind fähig, experimentelle Resultate sinnvoll zu interpretieren und können Konsequenzen ableiten und vorhersagen. • Die Studierenden können die logische Richtigkeit einer wissenschaftlichen Argumentation beurteilen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz). • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern (Präsentation).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• R.J. Borg, G.J. Dienes, The Physical Chemistry of Solids, Academic Press Ltd., San Diego, 1992 • A.R. West, Grundlagen der Festkörperchemie, Wiley-VCH, New York, 2000 • Skript zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher ChemieModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Manfred Martin
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder Mündliche Prüfung Physikalische Festkörperchemie (151559601)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Physikalische Festkörperchemie	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Physikalische Festkörperchemie	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Lattice-Boltzmann Methoden (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011692
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: kinetische und kontinuumsmechanische Strömungsbeschreibung • Einfache kinetische Modelle • Gleichungen der Kontinuumsmechanik 2 • Grundlagen der kinetischen Gastheorie • Maxwell-Boltzmann Verteilung • Herleitung aus der statistischen Mechanik 3 • Kinetische Theorie des Nichtgleichgewichts • Grundprinzipien • Herleitung der Boltzmann Gleichung 4 • Die Boltzmann Gleichung • Eigenschaften der Boltzmann Gleichung • Vereinfachende Modelle (BGK Approximation) 5 • Die Gleichungen der Kontinuumsmechanik • Chapman-Enskog Lösung der Boltzmann- und BGK Gleichungen • Herleitung der Euler- und Navier-Stokes Gleichungen mittels der Chapman-Enskog Methode 6 • Einführung: Numerische Verfahren • Monte Carlo Simulation • Kinetische Finite Differenzen und Finite Volumen Verfahren 7 • Enführung in die Lattice Methoden • Zelluläre Automaten • Lattice-Gas Modelle 8 • Lattice-Boltzmann und -BGK Modelle (1) • Statistische Betrachtungen • Herleitung der Modelle 9 • Lattice-Boltzmann und -BGK Modelle (2) • Single- und Multiple-Time Relaxation für LBGK • Verschiedene Geschwindigkeitsmodelle 10 • Analyse der Lattice Modelle • Konsistenz mit Gleichungen der Kontinuumsmechanik • Numerische Stabilität

	11 • Numerik der Lattice Modelle in der Fluiddynamik • Randbedingungen • Implementierung 12 • Lattice Methoden für komplexe Fluide (1) • Gasgemische: Kinetische Betrachtung • Implementierung als Lattice Modell 13 • Lattice Methoden für komplexe Fluide (2) • Mehrphasensysteme 14 • Lattice Methoden für komplexe Fluide (3) • Partikeltransport • Poröse Medien 15 • Übersicht: Anwendungen außerhalb der Fluiddynamik • Beispiele aus verschiedenen Disziplinen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten beherrschen die Grundlagen der kinetischen Gastheorie • Die Studenten können Strömungsgleichungen der Kontinuumsmechanik aus kinetischen Modellen herleiten • Sie verstehen die Grundgedanken der Lattice-basierten numerischen Methoden und deren Beziehung zu makroskopischen Gleichungen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundlagen der partiellen Differentialgleichungen " Strömungsmechanik " Grundlagen der partiellen Differentialgleichungen " Strömungsmechanik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen der partiellen Differentialgleichungen • Strömungsmechanik
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine mündliche Prüfung, • Hausaufgaben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Georg May Ph. D.
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0

Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Lattice-Boltzmann Methoden (40116921)	1. Semester	2. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Lattice-Boltzmann Methoden	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Membranverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011665
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in die Membranverfahren • Triebkräfte • Transportwiderstände 2 • Membranen - Materialien, Werkstoffe und Strukturen • organischer und • anorganischer Membranen 3 • Modellierung des Stofftransportes in Membranen • Modelle für poröse und nicht-poröse Membranen • Modelle für Gas- und Dampftransport in porösen Medien 4 • Modulkonstruktionen • Anforderungen an Modulkonstruktion • Module für Schlauch-, Flach- und getauchte Membranen 5 • Stoffaustausch an Membranen • Triebkraftmindernde Effekte • Einfluss der Einbaurichtung asymmetrischer Membranen • Maßnahmen zur Verbesserung des Stoffübergangs an der Membran 6 • Moduloptimierung • Strömungsführung im Modul • Definition einer Optimierungszielfunktion • Beispiele 7 • Anlagenentwurf • Modulanordnung • Investitions-, laufende und spezifische Kosten 8 • Ultra- und Mikrofiltration • Verfahrensbeschreibung, eingesetzte Membranen • Prozessführung, Modellierung des Stofftransportes, Fouling • Anwendungen 9 • Umkehrosmose (Reverse Osmosis - RO) • Membranbeständigkeit, Osmotischer Druck • Viskositätseinfluss, Membranverblockung, Energiebedarf • Beispiele und Auslegung einer Meerwasserentsalzungsanlage

	10 • Nanofiltration (NF) • Membranen in der NF, Einsatzgebiete, Trennverhalten • Druck- und konzentrationsabhängiger Rückhalt • Vergleich NF / RO 11 • Pervaporation / Dampfpermeation • Membranen und Module, leistungsbestimmende Parameter • Verfahrensauslegung • Anwendungsbeispiele 12 • Elektrodialyse (ED) • Verfahrensbeschreibung, Membranen, Aufbau und Betrieb von EDAnlagen • Auslegung und Kosten des Verfahrens, Verfahrensvarianten, Berechnungsbeispiele 13 • Gaspermeation • Membranen, Trennmechanismen, Modulkonstruktionen, lokale Trenncharakteristik, Modul- und Anlagenauslegung • Anwendungsbeispiele 14 • Membrankontaktoren • Verfahrensprinzip, Membranen, Modulkonstruktionen, Auslegung • Anwendungen und Ausblick 15 • Simulation und Optimierung mit ASPEN+
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen alle gängigen Membranverfahren zur Stofftrennung und sind mit deren Grundlagen vertraut. • Sie kennen Werkstoffe und Herstellungsmethoden von Membranen. • Sie beherrschen grundlegende Methoden zur Modellierung des Stofftransportes in und an Membranen, welche sie auch in artverwandten Problemstellung anderer Stofftrennverfahren einsetzen können. • Sie sind mit den fluidmechanischen Konstruktions- und Optimierungsmethoden gängiger Membranmodule für verschiedene Membranverfahren vertraut. • Die Studierenden können Membranmodule und -anlagen auslegen und diese hinsichtlich ihrer Eignung zur Lösung einer bestimmten Stofftrennaufgabe, ihrer Leistung und ihrer Kosten bewerten Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden beherrschen die Fach-Termini im Bereich der Membranverfahren in englischer Sprache.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: - Englische Fremdsprachenkenntnisse
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Englische Fremdsprachenkenntnisse
Literatur	Thomas Melin, Robert Rautenbach: Membranverfahren - Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, Springer, 2.Auflage (2004)
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Membranverfahren (401166501)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Membranverfahren	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Membranverfahren	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010885
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Stage-Gate-Prozess, Wirtschaftlichkeitsanalyse, Bilanzen in der Verfahrenstechnik, Oberflächenspannung und Grenzflächenphänomene, Flüssig-Gas-Grenzflächen, Flüssig-Flüssig-Grenzflächen, Flüssig-Fest-Grenzflächen, Kristallisation, Gas-Fest-Grenzflächen, Membranverfahren als Produktbeispiel, statistische Versuchsplanung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Als zukünftige Produktentwickler sind die Studierenden mit den veränderten Rahmenbedingungen bei der modernen Produktentwicklung vertraut. • An Hand einer vierstufigen Entwicklungsmethodik können sie verfahrenstechnische Produkte von der Idee bis zur Fertigung entwickeln. • Weiterhin beherrschen sie Methoden zur Ideenfindung, -sortierung, -reduktion bis hin zur Selektion auf Basis objektiver und subjektiver Entscheidungskriterien sowie einer Risikoabschätzung. • Sie sind mit dem notwendigen Hintergrundwissen vertraut, das notwendig ist, hochgradig strukturierte verfahrenstechnische Produkte bis zum Produktionsstadium zu entwickeln. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind sich der besonderen Anforderungen hinsichtlich Technologien und Softskills bei der Produktentwicklung bewusst.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: - Chemie (Grundlagen, 1. Semester) - Grundoperationen der Verfahrenstechnik (5. Semester)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Chemie • Grundoperationen der Verfahrenstechnik
Literatur	• Vorlesungsskript • Cussler E.L. / Moggridge G.D.: Chemical Product Design, Cambridge University Press, 2005 • Barnes, G. &; Gentle, I.: Interfacial science: an introduction • Atkins, P.W. &; de Paula, J.: Physikalische Chemie
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur. Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik (401088501)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Medizinische Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013856
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in die Vorlesungsinhalte: Blut, Blutseparation, Niere, Lunge, Herz, Reinstwassererzeugung, Sterilisationsverfahren, Compartimentmethoden • Begrifflichkeiten der medizinischen Verfahrenstechnik und Abgrenzung von benachbarten Gebieten • Anwendungsbeispiele des verfahrenstechnischen Grundwissens in physiologischen Bereichen, z.B. Strömungsmechanik in der Entwicklung einer Blutpumpe • Der Mensch als "verfahrenstechnische Anlage" 2 • Einleitung in die Medizintechnik: Historische Entwicklung und Ziele der Medizintechnik • Diagnostische und therapeutische Hilfmittel der Medizin, Marktsituation der Medizintechnik • Interessante Statistik zum Gesundheitsmarkt: Gesundheitsausgaben, Bestandteile der Krankenhauskosten, mittlere Lebenserwartung und Altersaufbau der Bevölkerung Deutschlands 3 • Funktion und Zusammensetzung des Blutes • Fließeigenschaften (Rheologie) und mechanische Stabilität des Blutes als Grundlage für die Berechnung und Auslegung von Geräten, in denen das Blut mechanisch beansprucht wird, z.B. in Blutpumpen 4 • Rheologie und Verhalten des Blutes in Makro- und Mikrozirkulation • Wichtige Schädigungsmechanismen des Blutes • Minimierung dieser Schädigungsmechanismen bei der Auslegung von Apparaten zur Blutbehandlung 5 • Meilensteine der Entwicklung der Transfusionsmedizin • Blutkomponentenspende und verschiedene Trennverfahren zur Blutfraktionierung: Sedimentation, Zentrifugation 6 • Weitere Trennverfahren zur Blutfraktionierung: Chromatographie • Auftrennungsmethoden für Blutplasma 7 • Die Zukunft der Blutseparation: Neue Entwicklungen und Herausforderungen an die Verfahrenstechnik 8 • Physikalische Kentnisse der menschlichen Niere: Aufgabe, Aufbau und Funktion • Trennfunktion der Niere im Vergleich zu verfahrenstechnischen Einheiten 9 • Nierenerkrankungen • Künstliche Niere • Einsatz von Membranverfahren als künstlicher Ersatz für die menschliche Niere oder als Peripherie solcher Geräte 10

	• Lunge: Atmungsweg und Atmungsorgane • Mechanismen des Stoffaustausches der Atemgase • Funktionsstörungen der Lunge 11 • Geschichte der künstlichen Beatmung • Einsatz von Membranverfahren als künstlicher Lunge: Oxygenator 12 • Aufbau und Funktion des Herzens und der Herzklappen • Gefäßsystem und Blutkreislauf • Technik der Blutpumpe: Das künstliche Herz 13 • Anforderung an die Wasserqualität für medizinische und pharmazeutische Zwecke • Technik der Reinstwassererzeugung für medizinische und pharmazeutische Zwecke • Sterilisationsverfahren in der Pharma- und Medizintechnik 14 • Compartimentmethoden • Medikamentenentwicklung, Kinetik der Wirkstoffabgabe • Zusammenhang Wirkstoff - Wirkort - Elimination des Wirkstoffs 15 • Neue Technologien in der Medizintechnik: • z.B. künstliche Leber 16 • Neue Technologien in der Medizintechnik: z.B. künstliche Leber
Lernziele/Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen haben die Studierenden Kenntnisse und Fähigkeiten in den Themenfeldern, die unter Inhalt beschrieben werden, erworben. Wissen und Verstehen: Somit kennen die Studierenden insbesondere • Ausgewählte, verfahrenstechnisch interessante Inhalte aus der Pharma- und Medizintechnik • Die interdisziplinären Aspekte der Verfahrens- und Medizintechnik Die Studierenden sind dadurch in der Lage, das Verhalten des Blutes und der menschlichen Organe zu erläutern und mögliche Anwendungen im Hinblick auf Verfahrenstechnische Anwendungen zu benennen. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, die vorhandenen Kenntnisse aus der Strömungsmechanik, der Verfahrenstechnik und dem Stoff- und Wärmetransport auf die Medizintechnik anzuwenden, um reale, ingenieurwissenschaftliche Probleme zu lösen. Dadurch sind sie fähig, Probleme bei der Entwicklung verfahrenstechnischer Apparate für medizinische Anwendung zu lösen (z.B. künstliche Organe oder Apparate für die Blutfraktionierung). Sonstige (fakultativ):
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• von Wolfersdorff, B., Medizinische Verfahrenstechnik I, Vorlesungsskript, RWTH Aachen, 2. Auflage, 1997 • Chmiel, H., Zur Blutrheologie in Medizin und Technik, Habilitation, RWTH Aachen, 1973 • R.F., Probstein, Physiochemical Hydrodynamics (2nd ed.), WileyVerlag, New York, 1994 • Ganong, W.F., Medizinische Physiologie, Springer 1974 • Franz, H.E., Blutreinigungsverfahren, Technik und Praxis, Georg-Thieme Verlag, Stuttgart; 2. Auflage 1981 • Boubaker, K., Blanc, E.; Troillet,N. Sion: Infektionsprävention in der Hämodialyse, Teil I: Wasserqualität, Swiss-NOSO, Band 9, Nummer 2, Juni 2002

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling Dr.-Ing. Süleyman Yüce
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Medizinische Verfahrenstechnik (401385601)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Medizinische Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Medizinische Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Grundoperationen der Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010854
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Allgemeine Grundlagen • Dimensionsanalyse, dimensionslose Kennzahlen 2 • Chemische Verfahrenstechnik, chemische Reaktion: • Stöchiometrische Reaktionsgleichung und Konzentrationsangaben • Betriebsgrößen eines chemischen Reaktors 3 • Chemische Verfahrenstechnik, Reaktionskinetik homogener Reaktionen: • Reaktionsgeschwindigkeiten, reaktionskinetische Gleichung • Gleichgewichtsreaktionen und -konstanten • Einfluss der Temperatur auf die Reaktionsgeschwindigkeit 4 • Chemische Verfahrenstechnik, Ideale Reaktoren: • Idealer Rührkessel, Ideales Strömungsrohr • Kaskade idealer Rührkessel • Vergleich idealer Reaktoren 5 • Chemische Verfahrenstechnik, Verweilzeitverteilung: • Messung der Verweilzeitverteilung • Verweilzeitverteilung idealer Reaktoren • Verweilzeitverteilung realer Reaktoren 6 • Mechanische Verfahrenstechnik, Zerkleinerung: • Leistungsbedarf von Zerkleinerungsprozessen - Halbempirische Zerkleinerungsgesetze und Dimensionsanalyse • Energetischer Wirkungsgrad • Zerkleinerungsmaschinen 7 • Mechanische Verfahrenstechnik, Siebung: • Ideale und reale Trennung von Partikeln • Ermittlung und Anwendung der Tromp´schen Kurve 8 • Mechanische Verfahrenstechnik, Sedimentation: • Einsatzgebiet der Sedimentation • Definition der Trennbedingung, stationäre Sinkgeschwindigkeit • Dimensionierung eines Absetzapparates, Zentrifugation 9 • Mechanische Verfahrenstechnik, Filtration: • Filtrationsarten: Tiefenfiltration, Oberflächenfiltration • Filterapparate

	• Filtergleichungen: Darcy-Gesetz, Kapillarmodell, Carman-Kozeny Gleichung, empirische Modelle 10 • Mechanische Verfahrenstechnik, Mischen und Rühren: • Einsatzgebiete • Leistungscharakteristik verschiedener Rührertypen • Dimensionsanalyse 11 • Thermische Verfahrenstechnik, Absorption: • Grundlagen: Absorptionsgleichgewichte, Stoffaustauschmodelle 12 • Berechnung von Bodenkolonnen und Füllkörperkolonnen • Stoffbilanz, McCabe-Thiel-Diagramm, HTU-Konzept, NTU 13 • Thermische Verfahrenstechnik, Dampf-Flüssiggleichgewichte von Gemischen: • binäre Systeme • Darstellung von Dampf-Flüssig-Gleichgewichten 14 • Thermische Verfahrenstechnik, Destillation und Rektifikation: • Diskontinuierlich betriebene einfache Destillation • Kontinuierlich betriebene einfache Destillation • Kaskadenschaltung, Rektifikation
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studenten kennen die wesentlichen Grundoperationen der mechanischen, chemischen und thermischen Verfahrenstechnik. Sie beherrschen grundlegende Methoden und Herangehensweisen zur Lösung verfahrenstechnischer Aufgabenstellungen. • Die Studenten sind in der Lage, aufgrund der erlernten Methodik selbständig Auslegungsberechnungen für verfahrenstechnische Grundoperationen durchzuführen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Vorlesungsumdruck (erhältlich am IVT), 120 Seiten. zahlreiche Abbildungen und graphische Darstellungen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundoperationen der Verfahrenstechnik (401085401)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundoperationen der Verfahrenstechnik	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Grundoperationen der Verfahrenstechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Rheologie (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011561
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in die Rheologie - Grundbegriffe: • Grundbeanspruchungen • Scherversuch, Dehnversuch 2 • Einführung in die Rheologie - Stoffklassen: • Newtonsche Flüssigkeiten • Nichtlinear-reinviskose Flüssigkeiten 3 • Einführung in die Rheologie - Stoffklassen: • Flüssigkeiten mit zeitabhängigen Eigenschaften • Viskoelastizität, Thixotropie, Rheopexie • Plastische Stoffe 4 • Einfache Strömungen und Beanspruchungen: • Rohrströmung • Ebene Beanspruchung in parallelen Schichten 5 • Bewegung des Kontinuums: • Mathematische Beschreibung • Spannungstensor • Impulsbilanz 6 • Rheologische Zustandsfunktionen: • Allgemeine Zustandsfunktion • Rahmeninvarianz, Isothermie, Innere Zwänge 7 • Rheologische Zustandsfunktionen: • Newtonsche Flüssigkeit • Reiner-Rivlin-Flüssigkeit 8 • Rheologische Zustandsfunktionen: • Maxwellsches Feder-Dämpfer-Modell (Flüssigkeit) 9 • Rheologische Zustandsfunktionen: • Kelvin-Voigtsches Feder-Dämpfer-Modell (Festkörper) • Jeffreys-Modell und Verallgemeinerung 10 • Rheometrie: • Viskosimeterströmung

	• Rohrrheometer 11 • Stationäre Rheometrie: • Couette- / Searle-Rheometer • Kegel-Platte-Rheometer 12 • Stationäre Rheometrie: • Auswertemöglichkeiten 13 • Instationäre Rheometrie: • Relaxationsversuch, Retardationsversuch 14 • Instationäre Rheometrie: • Schwingversuch 15 • Rheologische Strömungsprobleme: • Weißenbergeffekt • Strahlaufweitung • Pumpeffekt
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • In verfahrenstechnischen Prozessen werden in vielen Fällen flüssige Systeme wie Suspensionen oder Lösungen behandelt, die komplexe Fließeigenschaften aufweisen. Die Studierenden sind in der Lage, solche Systeme zu erkennen und ihr Verhalten zu modellieren. • Die Studierenden sind mit der mathematischen Beschreibung strömender Kontinua vertraut und in der Lage, diese auf Flüssigkeiten mit komplexen Fließeigenschaften anzuwenden. • Die Studierenden kennen klassische Modelle zur Beschreibung komplexer Fließeigenschaften und können sie für einfache Geometrien auf praktische Probleme anwenden. • Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Rheometrie. Sie kennen die gebräuchlichsten Messsysteme und gängige Auswertemethoden Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I, II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Strömungsmechanik I, II
Literatur	• Vorlesungsumdruck "Rheologie" (erhältlich am IVT), 162 Seiten mit zahlreichen Abbildungen • C. W. Macosko: Rheology. Principles, Measurements and Applications, Wiley VCH Verlag GmbH, 1994
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung oder eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Ronald Gebhardt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Rheologie (401156101)	2. Semester	1. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Rheologie	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Rheologie	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Flugdynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013370
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • EINFÜHRUNG • Grundbegriffe 2 • GRUNDLAGEN • Bezeichnungen • Koordinatensysteme 3 • Luftkräfte, Luftkraftmomente 4 • STATIONÄRE LÄNGSBEWEGUNG • Statische Längsstabilität bei festem Ruder 5 • Ruderausschläge • Leitwerksauslegung 6 • Statische Längsstabilität bei freiem Ruder • Manöverstabilität 7 • Steuerung 8 • STATIONÄRE SEITENBEWEGUNG • Gier- und Rollbewegung • Steuerung 9 • Kopplungen • Stationäre Flugzustände 10 • BEWEGUNGSGLEICHUNGEN • Herleitungen 11 • Vereinfachungen • Linearisierung 12 • DYNAMIK DER LÄNGSBEWEGUNG • Eigenverhalten 13

	• Führungs- und Störverhalten 14 • DYNAMIK DER SEITENBEWEGUNG • Eigen-, Führungs- und Störverhalten 15 • FLUGEIGENSCHAFTSFORDERUNGEN • Längsbewegung • Seitenbewegung
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden kennen und verstehen die Grundbegriffe und Grundgleichungen zur Untersuchung der Stabilität, Steuerbarkeit und Störanfälligkeit eines Flugzeugs (Flugeigenschaften, Flugdynamik) Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse bei einfachen Aufgaben der Flugeigenschaftsanalyse oder des Flugzeugentwurfs bei vorgegebenen Flugeigenschafts-Anforderungen anzuwenden Die Studierenden können die Eigenschaften unterschiedlicher Flugzeugkonfigurationen bezüglich Stabilität und Manövrierfähigkeit beurteilen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mechanik " Mathematik " Regelungstechnik " Grundlagen der Flugmechanik Voraussetzung für: " Flugregelung
(empfohlene) Voraussetzungen	notwendig: • Mechanik • Mathematik empfohlen: • Regelungstechnik • Grundlagen der Flugmechanik
Literatur	Eigenes Skript "Flugdynamik" Etkin/Reid "Dynamics of Flight", John Wiley 1996, ISBN 0-471-03418-5Brockhaus, "Flugregelung", Springer 2001, ISBN 3-540-41890-3
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung oder eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dieter Moormann
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Flugdynamik (401337001)	2. Semester	1. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Flugdynamik	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Flugdynamik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Simulation fluidtechnischer Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013308
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 Einführung in die Simulation fluidtechnischer Systeme • Definition des Sachgebiets • Simulation des dynamischen Systemverhaltens vs. Simulation von Strömung, FEM, MKS oder Tribokontakten: Abgrenzung und Kombinationsmöglichkeiten • Anwendungen der Simulation in Konstruktion, Forschung, Vertrieb, Lehre • Übersicht zu verfügbaren Simulationsumgebungen 2 Modellbildung I: • Mathematische Beschreibung der grundlegenden Effekte Widerstand, Kapazität, Induktivität und deren Entsprechungen in Mechanik und Elektrik • Klassifizierung von Teilmodellen fluidtechnischer Systeme • Abbildung der Eigenschaften von Druckmedien Übung: Einführung in Simulationssoftware anhand einfacher Beispiele 3 Modellbildung II: • Ventile und technische Widerstände • Zylinder Übung: Modellierung, Parametrierung und Simulation eines ventilgesteuerten hydraulischen Linearantriebs 4 Modellbildung III: • Pumpen und Motoren Übung: Modellierung, Parametrierung und Simulation eines pumpengesteuerten hydraulischen Antriebs 5 Modellbildung IV: • Rohrleitungen/ Schläuche • Speicher Übung: Pneumatik 6 Regelungen und Steuerungen • Digitale und analoge Regler und Sensoren • Unterstützung der Regleroptimierung durch Parametervariation Übung: Reglerauslegung für einen hochdynamischen Antrieb 7 Simulation I • strukturiertes Vorgehen: vom einfachen zum komplexen Modell • Strategien zur Vermeidung von Abbildungsfehlern: Inbetriebnahme der Simulation und Verifikation • Rechnergestützte Auswertung & Darstellung Übung: Verfeinerung der Parametervariation zur Regleroptimierung und Visualisierung der Ergebnisse 8 Simulation II: Analyse des Systemverhaltens im Zeitbereich • Ermitteln von Kennwerten zum Systemverhalten • Sensitivitätsanalyse Übung: Wirkungsgradbetrachtung 9 Simulation III: Analyse des Systemverhaltens im Frequenzbereich • FFT, Analyse von Schwingungen • Stabilität von Regelkreisen • Sensitivitätsanalyse Übung: Schwingungsphänomene in hydraulischen Anwendungen 10 Verifikation • Abgleich von Simulation und Messdaten • Einflüsse auf die Qualität der Ergebnisse Übung: Abgleich der Simulation aus Übung 2 (ventilgesteuerter Linearantrieb) mit Messdaten vom Prüfstand 11 Simulationskopplung • Struktur und Aufbau von Simulationskopplungen • Anwendungsfelder Übung: gekoppelte Simulation von Hydraulik und Mechanik 12 • Wiederholung und Prüfungsvorbereitung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Möglichkeiten zur Beschreibung und zur Simulation dynamischer Systeme. • Sie sind in der Lage, fluidtechnische Systeme sinnvoll in Funktionseinheiten zu gliedern. (Systemverständnis) • Den Studierenden sind unterschiedliche Beschreibungsmöglichkeiten und Detaillierungen für das Verhalten der Teilsysteme bekannt, so dass sie für die jeweilige Fragestellung geeignete Modelle auswählen. • Die Studierenden können Simulationsmodelle aufbauen, diese parametrieren und die Qualität der Ergebnisse beurteilen. • Die Ergebnisse einer digitalen Simulation können sie im Zeit- und im Frequenzbereich darstellen, weiterverarbeiten und daraus Aussagen zum Systemverhalten ableiten. • Die Studierenden können den Nutzen der digitalen Simulation als Werkzeug für die Konzeption, Konstruktion, Regelung und Analyse von fluidtechnischen Systemen einschätzen. • Sie können Ergebnisse von Simulationen kritisch hinterfragen und die Zulässigkeit von getroffenen Annahmen für den konkreten Anwendungsfall beurteilen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.) • Die Studierenden bilden im Rahmen der Übungen gemeinsam fluidtechnische Systeme in Simulationsumgebungen ab. Sie verteten ihr Vorgehen und stellen ihre Ergebnisse dar.

	• Die Studierenden erlernen Lösungsstrategien, mit denen sie komplexe Probleme strukturiert bearbeiten können. Sie können technische Systeme analysieren und die zugrundeliegenden Zusammenhänge abstrahieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Servohydraulik - Geregelte fluidtechnische Antriebe " Grundlagen der Fluidtechnik " Regelungstechnik (Abel)
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen • Grundlagen der Fluidtechnik (Hydraulik und Pneumatik) Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Servohydraulik - Geregelte fluidtechnische Antriebe • Regelungstechnik (Abel)
Literatur	• Skript zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche oder eine mündliche Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Hubertus Murrenhoff
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Simulation fluidtechnischer Systeme (401330801)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Simulation fluidtechnicher Systeme	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Simulation fluidtechnicher Systeme	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Gasdynamik realer Gase (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011713
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einleitung, Molekülmodelle, Druck, Temperatur und innere Energie 2 • Mittlere freie Weglänge, Einleitung • Kinetische Gleichgewichtstheorie • Geschwindigkeitsverteilungsfunktion 3 • Zustandsgleichung eines perfekten Gases • Maxwellverteilung 4 • Maxwellverteilung, Endergebnisse, Diskussion 5 • Einleitung statistische Mechanik • Makroskopische und mikroskopische Beschreibung • Quantenenergiezustände 6 • Abzählung der Mikrozustände • Verteilung auf Energiezustände 7 • Boltzmann-Grenzfall • Boltzmann-Verteilung 8 • Thermodynamische Eigenschaften in Verbindung mit der Translationsenergie • Beitrag der inneren Struktur 9 • Einatomige Gase • Zweiatomige Gase 10 • Chemisch reagierende Systeme 11 • Dissoziation-Rekombination eines symmetrischen, zweiatomigen Gases 12 • Gleichgewichtseigenschaften von Gasen • Ideal dissoziierendes Gas 13 • Ionisationsgleichgewicht 14

	• Gasgemische, Eigenschaften von Luft im Gleichgewicht 15 • Gleichgewichtsströmungen, Stationäre Stoßwellen • Stationäre Düsenströmung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden erkennen und verstehen die wichtigsten Fragestellungen der Hochtemperatur-Gasdynamik und sind in der Lage, selbständig diese systematisch zu analysieren und zu lösen • Sie sind fähig, die wichtigsten Theorien der kinetischen Gastheorie und der statistischen Gasdynamik zu erklären, Lösungsmethoden auszuwählen und der Aufgabenstellung entsprechend anzuwenden • Die Studierenden beherrschen die Grundlagen zur Berechnung von Hochtemperatureffekten in realen Gasen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Gasdynamik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Gasdynamik
Literatur	Vorlesungsumdruck Gasdynamik realer Gase
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Karl Alexander Heufer
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Gasdynamik realer Gase (401171301)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Gasdynamik realer Gase	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Gasdynamik realer Gase	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Hyperschall-Aerothermodynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011714
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Aufbau der Atmosphäre • Höhenabhängigkeit von Druck, Dichte, Temperatur usw. 2 • Strömungen beim Raumflug und Wiedereintritt • Einteilung der Strömungsbereiche nach aerodynamischen und gaskinetischen Gesichtspunkten • Hochtemperatureffekte beim Wiedereintritt 3 • Klassifizierung der Raumfahrzeuge • Wiedereintrittsbahn und Flugphasen (Kapsel und Shuttle) 4 • Bahnmechanik beim Wiedereintritt. Fortsetzung • Definition der aerodynamischen Beiwerte • Energiebilanz beim Wiedereintritt als Gestaltungsprinzip 5 • Berechnung von Druck- und Wandschubspannungsverteilungen in der freien Molekülströmung für einfache Körpergeometrien 6 • Newtonsche Strömung als Sonderfall der freien Molekülströmung 7 • Nichtgleichgewichtseffekte • Reaktionskinetische Kennzahlen und Bereiche • Chemische Zustandsänderung und Reaktionsweg 8 • Reibungsfreie Hyperschallströmung • Physikalische Interpretation der Machzahl • Senkrechte und schräge Verdichtungsstöße im Hyperschall 9 • Hypersonische Näherungen für den schrägen Stoß • Prinzip der Machzahlunabhängigkeit 10 • Hypersonische Näherungsverfahren zur Berechnung der aerodynamischen Beiwerte • Einfache Berechnungsmethoden für Widerstand und Auftrieb 11 • Reibungsbehaftete Hyperschallströmung • Charakteristische Wärmeübergangskennzahlen 12 • Laminare kompressible Grenzschicht mit Wärmeübergang • Stoß- Grenzschicht- Interaktion an der ebenen Platte

	13 • Wärmeübergang im Staupunkt • Wärmeübergangsverteilung an stumpfen Körpern 14 • Laminar- turbulente Transition und Wärmeübergang • Turbulente Hyperschallströmungen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden erkennen und verstehen die wichtigsten Fragestellungen der Aerothermodynamik im Hyperschall und sind in der Lage, selbständig diese systematisch zu analysieren und zu lösen • Sie sind fähig, die wichtigsten Theorien der aerothermodynamischen Problemgebiete zu erklären, Lösungsmethoden auszuwählen und der Aufgabestellung entsprechend anzuwenden • Die Studierenden beherrschen die Grundlagen zur Berechnung reibungsfreier und reibungsbehafteter stationärer Hyperschallströmungen mit einfachen Methoden Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Gasdynamik " Strömungslehre
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Gasdynamik • Strömungslehre
Literatur	Vorlesungsskript Hyperschall-Aerothermodynamik, Abbildungen und Diagramme
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Herbert Olivier
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Hyperschall-Aerothermodynamik (401171401)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Hyperschall-Aerothermodynamik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Kurzzeitströmungsmesstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011684
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Optische Methoden zur Strömungsvisualisierung • Grundlagen der geometrischen Optik 2 • Herleitung der Linsengleichung • Bildkonstruktion 3 • Krümmung und Auslenkung eines Lichtstrahls infolge eines Dichtegradienten • Schattenverfahren 4 • Schlierenverfahren, Strahlengänge und mögliche Anordnungen 5 • Bildfehler, Farbschlierensysteme 6 • Aufbau eines Schlierensystems und Untersuchung der optischen Qualität (Labor) 7 • Interferenzverfahren, Mach-Zehnder-Interferometer 8 • Michelson-Interferometer 9 • Sonden zur Messung des konvektiven Wärmestroms mit Ansprechzeiten im Mikrosekundenbereich • Berechnungsmodell 10 • Eindimensionales Wärmeübergangsmodell zur Bestimmung des Wärmestroms • Prinzip des halbunendlich ausgedehnten Körpers 11 • Abschätzung der nötigen Substratdicke • Thermoelemente zur Bestimmung des konvektiven Wärmestroms 12 • Messung zeitlich veränderlicher Drücke mit schnellen piezoelektrischen und piezoresistiven Drucksonden 13 • Digitale Signalverarbeitung • Anforderungen an die Hardware 14 • Klassifizierung von Signalen

	• Beschreibung stochastischer Signale im Zeit- und Frequenzbereich • Korrelationsfunktionen, Abstasttheorem 15 • Labordemonstration Wärmestrom- und Druckmesstechnik
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind vertraut mit den wichtigsten Mess- und Visualisierungsmethoden der Strömungsmesstechnik, besonders im Hinblick auf Kurzzeitanwendungen. • Sie sind in der Lage, diese selbständig zu analysieren und deren Genauigkeiten sowie Fehlereinflüsse abzuschätzen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsumdruck
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Karl Alexander Heufer
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Kurzzeitströmungsmesstechnik (401168401)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Kurzzeitströmungsmesstechnik	2. Semester	1. Semester	-	1
Übung Kurzzeitströmungsmesstechnik	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Laserstrahlquellen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014348
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: • Laser in 3 Bildern 2 • Laser Exkurs I: • Materie und aktives Medium 3 • Laser Exkurs II: • Licht und Resonator 4 • Licht: • Wellenoptik/SVE-Näherung • Geometrische Optik 5 • Gaußscher Strahl: • Strahlparameterprodukt/Strahlqualität • ABCD-Gesetz 6 • Resonatoren: • g-Parameter-Diagramm • Longitudinale/transversale Resonatormoden 7 • Materie: • Planck'scher Strahler • Atommodelle 8 • Aktives Medium: • Einsteinsche Ratengleichungen • Lichtwellenleiter 9 • Gaslaser: • Excimer-Laser • CO2-Laser 10 • Festkörperlaser: • Diodenpumpen • Nd:YAG-Laser 11 • Diodenlaser:

	• Halbleiterstrukturen • Stacks 12 • Modulation 1: • Gain-Switching • Q-Switching 13 • Modulation 2: • Modelocking • Chirped Pulse Amplification 14 • Unternehmerische Aspekte optischer Technologien: • VC/Netzwerke • Betriebswirtschaftliche Aspekte/ Bsp. Laser Job Shop 15 • Zusammenfassung: • neuartige Strahlquellen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die maßgeblichen Modellvorstellungen von Licht und deren mathematisches Gerüst. • Sie können selbstständig Propagation und Umformung durch optische Komponenten berechnen. • Die Eigenschaften von Atommodellen und deren für die Entstehung von Licht wichtigen Eigenschaften sind qualitativ verstanden. • Optische Resonatoren und deren Wechselwirkung mit dem aktiven Medium können mit Hilfe von ABCD-Gesetz bzw. den Ratengleichungen berechnet werden. • Auf Basis dieser allgemeinen physikalischen Grundlagen sind Komponenten und deren Funktionsweise aller industriell relvanten Gas-, Festkörper- und Dioden-Lasersysteme bekannt und können z.T. selbstständig ausgelegt werden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Physik " Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Physik • Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
Literatur	• Vorlesungsskript Lasertechnik I • CD Lasertechnik
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. ;Constantin ;Häfner
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Laserstrahlquellen (401434801)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Laserstrahlquellen	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Laserstrahlquellen	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Anwendungen der Lasertechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011686
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: • Verbreitung der Lasertechnik/Markt • Überblick der verschiedenen Laserverfahren 2 • Werkzeug Laserstrahl: • Eigenschaften des Gaußschen Strahls • Strahlumformung und -transport 3 • Lasersysteme für die Materialbearbeitung: • Gas-/Excimer-Laser • Festkörper-/Diodenlaser 4 • Wechselwirkung von Laserstrahlung und Materie: • Fresnelsche Formeln • Inverse Bremsstrahlung 5 • Wärmeleitung im Werkstück: • Isolatoren/Metalle • Bsp.: Martensitisches Härten 6 • Oberflächentechnik: • Massentransport/Diffusion • Beschichten/Legieren/Dispergieren/Polieren 7 • Rapid Prototyping: • Lasergenerieren/Selective Lasermelting • Biegen 8 • Fügen: • Wärmeleitungsschweißen/Tiefschweißen • Löten 9 • Abtragen: • Bohren • Reinigen/Beschriften 10 • Schneiden: • Schmelzschneiden/Brennschneiden • Sublimierschneiden

	11 • Prozessüberwachung: • koaxiale Prozessüberwachung/akustische Prozessanalyse • Regelstrategien 12 • Messen: • Triangulation • Stoffanalyse 13 • Kommunikationstechnik und optische Datenspeicher: • Multiplexing/Glasfasernetze • CD/DVD/BlueRay 14 • Lebenswissenschaften und Medizintechnik: • Multiphotonenmikroskopie • Ophtalmologie 15 • Zusammenfassung: • neue Verfahren im Laborstadium • Ausblick
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die für die Materialbearbeitung wesentlichen Eigenschaften von Laserstrahlung und können diese berechnen. • Die wesentlichen Wechselwirkungen von Laserstrahlung und Materie und Transportprozesse innerhalb eines Werkstücks sind qualitativ verstanden und können für praxisrelevante Spezialfälle berechnet werden. • Alle industriellen Anwendungen der Lasertechnik sind in ihren Mechanismen bekannt und können in ihren Systemparametern voneinander abgegrenzt werden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Physik " Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Physik • Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
Literatur	• Vorlesungsskript Lasertechnik II • CD Lasertechnik
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Constantin Häfner
ECTS Credits	6

Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Anwendungen der Lasertechnik (40116861)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Anwendungen der Lasertechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Anwendungen der Lasertechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Leichtbau (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014342
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Einführung in den Leichtbau 1.1. Definition des Leichtbaus 1.2. Allgemeine Grundsätze des Leichtbaus 1.3. Werkstoffe im Vergleich 2. Statisch unbestimmte Systeme 2.1. Polplan 2.2. Kraftgrößenverfahren 2.3. Reduktionssatz 3. Balken unter Schubbelastung 3.1. Querkraftschub an dünnwandigen allgemein geschlossenen Querschnitten 3.2. St.-Venantsche Torsion 3.3. Wölbkrafttorsion 4. Physikalische Nichtlinearität: Plastische Biegung und Fließgelenktheorie 5. Verbundträger 6. Balkentheorie unter großen Verformungen (Th. II. Ordnung) 7. Stabilität von Stabtragwerken und Biegedrillknicken 8. Tragwerke des Leichtbaus 8.1. Schubfeldtheorie 8.2. Ebener Schubfeldträger 8.3. Dreigurtscheibe zur Verbindungsberechnung
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden lernen • die grundlegenden Prinzipien, um Strukturen im Sinne des Leichtbaus zu optimieren, • die Schnittgrößenberechnung statisch unbestimmter Systeme, • die Schubspannungsberechnung dünnwandiger geschlossener Querschnitte, • die strukturmechanische Behandlung der physikalischen Nichtlinearität, • die Berechnung von Verbundträgern, • die strukturmechanische Behandlung der geometrischen Nichtlinearität, • die rechnerische Behandlung von Stabilitätsphänomenen, • die strukturmechanischen Eigenschaften und Besonderheiten der Tragwerke des Leichtbaus Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden können nach Belegung des Moduls • das Tragverhalten von Strukturen analysieren, • auf der Basis dessen das Tragsystem einer Struktur leichtbaugerecht entwerfen, • die Spannungsverläufe unter sämtlichen Belastungen von Tragstrukturen des Leichtbaus berechnen, • das geometrisch und physikalisch nichtlineare Verhalten von Stabwerken berücksichtigen, • eine Gewichtsoptimierung von Tragstrukturen durchführen, • die Berechnungsergebnisse numerischer Rechenprogramme für die Strukturanalyse interpretieren und auf Plausibilität überprüfen. • innerhalb von ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen Anwendungen aus dem Leichtbau identifizieren, Lösungsvorschlage erarbeiten, die ermittelten Ergebnisse bewerten und nach außen hin vertreten.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: - Mechanik I und II - Werkstoffkunde I und II - Maschinengestaltung - Höhere Mathematik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): • Mechanik I und II • Werkstoffkunde I und II • Maschinengestaltung • Höhere Mathematik
Literatur	• Hertel, H.: Leichtbau, Springer Verlag, 1960 • Wiedemann, J.: Leichtbau, Band I: Elemente, Springer Verlag, 1986 • Wiedemann, J.: Leichtbau, Band II: Konstruktion, Springer Verlag, 1989 • Czerwenka, G., Schnell, W.: Einführung in die Rechenmethoden des Leichtbaus, Band 1 und 2, BI-Hochschultaschenbücher • Roark, R. J., Young, W. C.: Formulas for Stress and Strain, McGraw-Hill, 1975 • Jones, R. M.: Mechanics of Composite Materials, McGraw-Hill, 1975 • Bruhn, E. F.: Analysis and Design of Flight Vehicles Structures • Niu, M. C. Y.: Airframe Structural Design, Conmilit Press Ltd., 1988
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Leichtbau (401434201)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Leichtbau	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Leichtbau	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Solartechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014820
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Die Vorlesung gibt einen Einstieg in das Thema Solartechnik. Dabei vermittelt sie zunächst die notwendigen physikalischen Grundlagen und Begriffe bezüglich Sonnenstand, Helligkeitsverteilung, Spektrum, Exergie, Strahlungstransport in der Atmosphäre etc. Sie geht dann auf die unterschiedlichen Möglichkeiten von photothermischer, photoelektrischer und photochemischer Umwandlung der solaren Strahlung ein. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der photothermischen Umwandlung. Dabei werden die Umwandlungs- und Verlustmechanismen von Strahlung bis zum Wärmeträger erläutert. Darüber hinaus werden die Grundlagen zur Konzentration von Solarstrahlung vermittelt und es wird auf die Bauweise unterschiedlicher Konzentratoren und Kollektoren eingegangen. Ausführlich werden die unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten der Wärmeenergie auf unterschiedlichen Temperaturniveaus präsentiert. Diese reichen von der Beheizung von Schwimmbädern bis zur solarthermischen Stromerzeugung mit unterschiedlichen Technologien. Das letztere Thema wird dabei vertieft dargestellt. Die optimale Einkopplung in unterschiedliche Kreisprozesse, die Bau- und Betriebsweisen von Solarkraftwerken und die Bauweisen von thermischen Energiespeichern werden erläutert. Auf die Strategien zur Kostenoptimierung bei der Auslegung solcher Systeme wird eingegangen. Im Rahmen der Übung sollen die Studenten an Beispielen lernen, wie der Energieertrag insbesondere bei thermischen Solarsystemen bestimmt und optimiert werden kann. Insbesondere wird auf die Optimierung von Kraftwerksschaltungen eingegangen, in die die Solarenergie eingekoppelt wird. Im Rahmen der Übung erfolgt auch eine optionale Exkursion zum Standort des DLR-Instituts für Solarforschung in Köln-Porz.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die grundlegenden Theorien der Wärmeübertragung, Strömungstechnik, Thermodynamik, Optik und Halbleitertechnik, die zur Auslegung von Solarsystemen benötigt werden. • Sie können die Funktionsweise dieser Systeme erklären und sind in der Lage diese Systeme für bestimmte Betriebsrandbedingungen und Standorte auszulegen. • Sie sind in der Lage Modelle zu entwickeln um die Leistungsfähigkeit von neuen Konzepten zu analysieren und diese zu bewerten. • Sie sind in der Lage Solarsysteme nach unterschiedlichen Kriterien zu optimieren und hinsichtlich seiner Anwendbarkeit zu bewerten. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Sie erlernen numerische Werkzeuge am PC zur Unterstützung dieser Fähigkeiten effizient einzusetzen • Sie können Probleme und ihre Lösung nachvollziehbar dokumentieren
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen : - Thermodynamik I - Wärme- und Stoffübertragung I - Kraftwerksprozesse
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Thermodynamik I • Wärme- und Stoffübertragung I

	• Kraftwerksprozesse
Literatur	• Folien der Vorlesung (ca. 500) • J.A. Duffie, W.A. Beckmann Solar Engineering of Thermal Processes John Willey &; Sons, Inc, New York; ISBN 0471510564 • C.J. Winter R.L. Sizmann, L.L. Vant-Hull Solar Power Plants, gebundene Ausgabe,; Springer Verlag; Berlin; 3-540-18897-5 • M. Kleemann, M. Meliß Regenerative Energiequellen, 2.Aufl, Springer, Berlin , ISBN 3-540-55085-2
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Pitz-Paal
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Solartechnik (401482001)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Solartechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Solartechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Thermodynamik der Gemische (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010855
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung in die Grundideen der Gemischthermodynamik • Definition des thermodynamischen Systems und der Systemgrenzen • Grafische Darstellung und Beschreibung des pVT-Verhaltens reiner Stoffe 2 • Materialgleichungen zur Beschreibung des pVT-Verhaltens reiner Stoffe: die Idealgasgleichung, die Virialgleichung, die Van-der-Waals-Gleichung • Ableitung des Korrespondenzprinzips anhand der Van-der-Waals-Gleichung, Darstellung der Bedeutung des Korrepondenzprinzips • Notwendigkeit über Materialgleichungen hinausgehender thermodynamischer Beziehungen für Gemische 3 • Ableitung benötigter mathematischer Grundzusammenhänge • Zustandsänderungen im offenen System • Fundamentalgleichungen der Thermodynamik 4 • Differentielle Beziehungen zwischen den Zustandsgrößen • Allgemeine Phasengleichgewichtsbeziehung, Gibbs'sche Phasenregel 5 • Phasengleichgewichte in reinen Stoffen • Bedingungen für die Stabilität eines thermodynamischen Systems 6 • Die Fundamentalgleichung A(T,V,xi) als Basis für Zustandsgleichungen • Herleitung und Bedeutung der einzelnen Terme 7 • Ableitung der Beziehungen für das chemische Potential, Einführung der Größen Fugazität und Fugazitätskoeffizient • Beschreibung von Phasengleichgewichten mit diesen Größen 8 • Vorstellung und Diskussion von gebräuchlichen Zustandsgleichungen: Modifikationen der Virialgleichung, kubische Zustandsgleichungen, nicht-kubische Modifikationen der Van-der-Waals-Gleichung 9 • Einführung partiell molarer Größen und Beziehungen für diese • Vorstellung der Terme für die Fundamentalgleichung G(T,p,xi) 10 • Berechnung von Phasengleichgewichten mit GE-Modellen • Modelle zur Beschreibung von GE: Wilson-Ansatz, NRTL, UNIQUAC, UNFAC. 11

	• Molekulare Eigenschaften: Molekülgeometrie, Van-der-Waals-Wechselwirkung, polare Komponenten, Wasserstoffbrückenbindung, Ionen, Polymere 12 • Messmethoden für Phasengleichgewichte • Gibbs-Duhem-Gleichung für die Konsistenzprüfung • Messung der Mischungsenthalpie 13 • Das Verhalten realer Reinstoffe und Gemische • Dampf-Flüssigkeits- und Flüssig-Flüssig-Gleichgewichte in Zweistoffgemischen • Dreiecksdiagramm für ternäre Mischungen 14 • Herleitung der grundlegenden Beziehung für chemisches Gleichgewicht, Gibbs'sche Phasenregel • Anwendung der allgemeinen Beziehung auf reale Gemische mit Zustandsgleichungen und GE-Modellen 15 • Gleichgewicht bei heterogener Reaktion • Gleichgewicht simultaner Reaktionen • Reaktionskinetik von Elementarreaktionen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden können zur Beschreibung von sowohl Phasen- als auch chemischen Gleichgewichten in Gemischen eine angemessene Methode selbständig auswählen und anwenden. • Sie beherrschen die dazu nötigen thermodynamischen Grundlagen und die wesentlichen Materialgleichungen, insbesondere Zustandsgleichungen und GE-Modelle. • Die Studierenden haben Vorstellungen von der Struktur von Molekülen und ihren Wechselwirkungen entwickelt, die es ihnen erlauben, diese Materialgleichungen für konkrete Anwendungen zu bewerten, geeignete auszuwählen und zur Modellierung anzuwenden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen. " Thermodynamik I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Thermodynamik I Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Thermische Verfahrenstechnik • Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen • Prozessintensivierung und Thermische Hybridverfahren
Literatur	• Buch zur Vorlesung: Thermodynamik der Gemische, A. Pfennig, Springer, 2004, ISBN: 3-540-02776-9
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Kai Leonhard
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Thermodynamik der Gemische (401085501)	1. Semester	2. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Thermodynamik der Gemische	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Thermodynamik der Gemische	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Kolbenarbeitsmaschinen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011157
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung • Historie • Grundlagen 2 • Grundsätzlicher Aufbau • Einteilungskriterien für Kolbenarbeitsmaschinen 3 • Einteilungskriterien für Kolbenarbeitsmaschinen 4 • Grundlagen Antriebsleistungsberechung • Strömungs- und Erwärmungsverluste in Verdichtern • Innere und äußere Verdichtung 5 • 1. Gastvorlesung Dr. Schon Ford Forschungszentrum Aachen • Einsatz von Kompressoren im Motorenbau 6 • 2. Gastvorlesung Dr. Schorn Ford Forschungszentrum Aachen • Einsatz von Kompressoren im Motorenbau 7 • Kenngrößen der Verdichter • Fördermengen 8 • Verdichterberechung unter Berücksichtigung von Realgasverhalten • Feuchte Luft 9 • Exkursion zu einem Kolbenkompressorenhersteller in der Nähe von Aachen 10 • Mehrstufige Verdichtung • Regelung der Verdichter 11 • Berechung der Kolbenpumpen 12 • Pumpenleistung • Kavitation 13 • Berechung maximaler Saughöhen

	14 • Windkesselauslegung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Vielfaltigkeit und Variationsbreite von Kolbenarbeitsmaschinen. • Die Studierenden können Kolbenarbeitsmaschinen nach festgelegten Konstruktionsmerkmalen einteilen und bewerten. • Sie kennen die Grundsätze der Verdichter- / Pumpenberechung und können diese zur Auslegung von Kolbenarbeitschmschinen anwenden. • Die Studierenden kennen die Problematik der Regelung und können verschiedene Regelungsarten bezüglich ihrer Vor- und Nachteile bewerten. • Die Studierenden kennen die Eigenschaften von realen Gasen und feuchter Luft und berücksichtigen diese bei Verdichterberechnungen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Skript zur Vorlesung und Übungsumdruck
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Kolbenarbeitsmaschinen (401115701)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Kolbenarbeitsmaschinen	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Kolbenarbeitsmaschinen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechtes (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013314
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	In der Vorlesung werden alle wichtigen Informationen rund um das deutsche Patent- und Gebrauchsmusterrecht vermittelt. Die Studentinnen und Studenten werden insbesondere mit der Erteilung, Wirkung und Durchsetzung von Patenten und Gebrauchmustern bekannt gemacht. Weitere Schwerpunkte sind das Lizenzvertragsrecht und das Recht an Arbeitnehmererfindungen. Die Vorlesung richtet sich an insbesondere Ingenieurinnen und Ingenieure, die in ihrem Berufsleben zukünftig mit Fragestellungen aus dem Bereich des gewerblichen Rechtsschutzes, insbesondere im Zusammenhang mit Patent und Gebrauchsmustern, in Berührung kommen. Ziel der Vorlesung ist es, das notwendige Basiswissen zu vermitteln, das für die tägliche Arbeit im Beruf bei Umgang mit Patenten und Patentfachleuten erforderlich ist. In der Übung wird der Stoff der Vorlesung anhand von praxisnahen Fallgestaltungen in Vortrag und Diskussion aktualisiert und vertieft.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: siehe Inhalt
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Skript zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 100 % entweder aus der Note der mündlichen Prüfung oder aus der Note der Klausur. (je nach Teilnehmerzahl)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechtes (401331401)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechtes	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechtes	1. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Einführung in Laseranwendungen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010184
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung in die Lasertechnik • Anwendungsgebiete der Lasertechnik in der Produktion, Lasermarkt • Laserprinzip: Laser in drei Bildern, Aktives Medium, Besetzungsinversion, Nichtlineare Verstärkung, Resonator 2 • Strahlquellen für die Lasermaterialbearbeitung • Gaslaser, Festkörperlaser, Halbleiterlaser; Beispiele: CO2-Laser, Nd:YAG-Laser, Diodenlaser • Wellenlänge/Frequenz, Leistung/Energie, Pulsdauer, Wirkungsgrad 3 • Charakterisierung des Laserstrahls als Werkzeug in der Lasertechnik • Gaußscher Strahl, Intensitätsverteilung, Strahlqualität • Ausbreitung und Strahlformung von Laserstrahlung • Lichtwellenleiter • Parameterfeld für die Lasermaterialbearbeitung 4 • Physikalische Grundlagen der Lasermaterialbearbeitung • Reflexion, Transmission und Absorption • Temperatur, Wärmeleitung • Massendiffusion; Beispiel Härten 5 • Trennen und Fügen • Wärmeleitungsschweißen, Tiefschweißen, Hybridschweißen, Kunststoffschweißen • Löten mit Diodenlasern • Abtragen durch Schmelzaustrieb, Abtragen durch Sublimation, Bohrtechniken • Laserstrahlschmelzschneiden, Laserstrahlsublimierschneiden, Laserstrahlbrennscheiden 6 • Oberflächentechnik • Härten • Umschmelzen • Legieren • Beschichten • Reinigen • Polieren • Rapid Prototyping Verfahren: Laserstrahlgenerieren (LG), Selektiv Laser Melting (SLM), Selektive Laser Sintering (SLS), Laminated Object Manufacturing (LOM), Stereolithographie (SL) 7 • Lasermesstechnik • Triangulation, Lichtschnittverfahren • Holografie, Interferometrie • Spektroskopie • Neue Anwendungen aus den Bereichen Biophotonik und Mikrotechnik.

Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten kennen die grundlegenden Eigenschaften des Gaußschen Strahls und können seine Propagation und die Umformung mit einfachen optischen Systemen berechnen. • Sie kennen den prinzipiellen Aufbau von Gas-, Festkörper- und Diodenlasern und verstehen die Funktionsweise der einzelnen Komponenten der Laserstrahlquellen. • Den Studenten sind die grundlegenden Wechselwirkungen von Laserstrahlung mit Materie sowie aller derzeit in der industriellen Produktion verbreiteten Verfahren der Lasermaterialbearbeitung und Messtechnik bekannt. • Sie kennen die typischen Verfahrensparameter der Laseranwendungen und können selbstständig ein gewünschtes Verfahrenergebnis in den Stand der Technik einordnen. Nicht fachbezogen: • Die Studenten sind in der Lage vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: " Dieses Modul kann nicht belegt werden, wenn das Modul "Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen" parallel belegt wird oder im letztgenannten Modul bereits eine Prüfung abgelegt wurde oder ein Fehlversuch vorliegt. Empfohlene Voraussetzungen: " Physik
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • Dieses Modul kann nicht belegt werden, wenn das Modul "Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen" parallel belegt wird oder im letztgenannten Modul bereits eine Prüfung abgelegt wurde oder ein Fehlversuch vorliegt. Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Physik
Literatur	• Vorlesungsskript Lasertechnik I • Vorlesungsskript Lasertechnik II • CD Lasertechnik
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Constantin Häfner
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	30,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündliche Prüfung Einführung in Laseranwendungen (401018401)	1. Semester	2. Semester	2	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in die Laseranwendungen	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Einführung in die Laseranwendungen	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Laser in Bio- und Medizintechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011559
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Übersicht Laserverfahren in Medizin, Medizintechnik, Biotechnologie und Chemie • Verfahrenseinordnung zu alternativen Prozessen • Marktsituation 2 • Grundlagen Eigenschaften Licht - Wiederholung • Technologien zur Mikro- und Nanoskalierung von Licht • Optische Systeme zur Anregung und Detektion 3 • Grundlagen Wechselwirkung Licht Materie - Wiederholung • Strahlungstransport und Absorption in biologischen Materialien • Energietransport 4 • Wirkmechanismen in biologischen Materialien • Zellspezifische Wirkung von Laserstrahlung • Gewebespezifische Wirkung von Laserstrahlung 5 • Laserverfahren für medizintechnische Produkte • Lasergestützte generative Verfahren zur Implantatherstellung • Mikrostrukturierung für medizinische Instrumente 6 • Laser-Mikrofügetechnik für medizinische und biotechnische Produkte • Laserunterstützte Oberflächenmodifikation • Photochemische Funktionalisierung von Implantaten 7 • Laser in der Therapie • Laser in der Weichgewebechirurgie • Laser in der Hartgewebechirurgie 8 • Laser in der Ophtalmologie • Photodynamische Therapie • Laserinduzierte Thermotherapie 9 • Laserverfahren in der medizinischen Diagnostik • Fluoreszenzverfahren • Optische Kohärenztomographie 10 • Laserverfahren in der Biotechnologie • Verfahren zur Herstellung biotechnologischer Komponenten • Funktionalisierung von Biochips

	11 • Zellbasierte Laserverfahren • Zellmanipulation • Optische Pinzette 12 • Nanochirurgie in Zellen und Zellkompartimenten • Lasertranspektion und photonische Genmanipulation • Proteinmanipulation mit Laserstrahlung 13 • Laserverfahren in der Bioanalytik • Fluoreszenzspektroskopie • Oberflächen-Plasmonen-Resonanz- und Interferenzspektroskopie 14 • Laserverfahren in der Chemie • Photochemische Prozesse • Femtochemie 15 • Laborexkursion • Klinikumsexkursion
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die wichtigen wesentlichen Eigenschaften von Laserstrahlung, deren Nutzung für Anwendungen in Medizin, Biotechnologie und Chemie und können diese berechnen. • Die unterschiedlichen Wechselwirkungsmechanismen von Laserstrahlung mit biologischen Materialien und Materie sowie in der Nutzung des Werkzeugs Photon für photochemische Verfahren sind qualitativ verstanden und können den verschiedenen Verfahren zugeordnet werden. • Wirkungsmechanismen für verschiedene Gewebetypen und Wechselwirkungen mit biologischen Medien und chemischen Verbindungen können für praxisrelevante Spezialfälle beschrieben und berechnet werden. • Wichtige Anwendungen von Lasern in der Medizin sind bekannt und können im Kontext einer Anwendung des Lasers in den Lebenswissenschaften eingeordnet werden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Physik " Laser in der Mikrotechnik " Medizintechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Physik • Laser in der Mikrotechnik • Medizintechnik
Literatur	• Skript • CD
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Constantin Häfner Dr.-Ing. Arnold Gillner
ECTS Credits	6

Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Laser in Bio- und Medizintechnik (401155901)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Laser in Bio- und medizintechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Laser in Bio- und Medizintechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Mikro-/Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011688
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Übersicht Laserverfahren in Mikro-, Medizin- und Nanotechnologie • Verfahrenseinordnung zu alternativen Prozessen • Marktsituation 2 • Grundlagen Eigenschaften Licht - Wiederholung • Technologien zur Mikro- und Nanoskalierung von Licht • Abgrenzung Einsatzfelder Laserstrahlquellen für Mikro- und Nanotechnik 3 • Grundlagen Wechselwirkung Licht Materie - Wiederholung • Absorptionsprozesse: Metalle, Halbleiter, Keramik, Kunststoff • Photochemie Grundlagen 4 • Transportprozesse auf der Mikro- und Nanoskala • Kollektive Phänomene • Multiphasenprozesse 5 • Kurzpulswechselwirkung • Nichtlineare Wechselwirkungsprozesse • Selbstfokussierung 6 • Lithographieverfahren • Auflösungsgrenze - Grundlagen und Technologien • Technische Systeme 7 • Interferenzverfahren zur Nanostrukturierung • Laserinduzierte Photochemische und Photothermische Prozesse • Optische Nahfeldbearbeitung 8 • Mikroabtrag mit Laserstrahlung - Verfahrensvarianten • Mikrobohren • Photochemisch unterstützte Ätzverfahren 9 • Mikrofügen mit Laserstrahlung - Verfahrensvarianten • Mikroschweißen und Mikrolöten • Schmelzfreie Mikroverbindungstechnik 10 • Laserstützte Mikro- und Nanobeschichtung • Laser-CVD • Laser-PLD

	11 • Photochemische und Photothermische Mikro-Werkstoffmodifikation • Oberflächen-Photochemie • Bulk-Modifikation transparenter Werkstoffe 12 • Laser- und Laserverfahren für mikrooptische Bauelemente • Mikrosystemtechnische optische Komponenten • Photonische Kristalle - Grundlagen und Verfahren zur Herstellung 13 • Photopolymerisation • Nichtlineare Wechselwirkungen in Fluiden • Biotechnologische Anwendungen von Laserverfahren 14 • Maschinentechnik zur Laser-Mikrobearbeitung • Optische Systemtechnik zur Mikro- und Nanostrukturierung • Prozesskontrolle 15 • Anwendungsbeispiele • Laborexkursion
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten kennen die für die Mikrobearbeitung mit Laserstrahlung notwendigen und wichtigen wesentlichen Eigenschaften von Laserstrahlung, deren Nutzung für die Mikro- und Nanotechnik und können diese berechnen. • Die unterschiedlichen Wechsel-wirkungsmechanismen von Laserstrahlung und Materie bei der Mikro- und Nanobearbeitung sowie in der Nutzung des Werkzeugs Photon für photochemische Verfahren sind qualitativ verstanden und können den verschiedenen Verfahren zugeordnet werden. • Transportprozesse in der Festphase, der Flüssigphase und der Gasphase können für praxisrelevante Spezialfälle berechnet werden. • Wichtige Anwendungen von Lasern in der Mikrotechnik sind bekannt und können im Kontext einer Mikroproduktionstechnik eingeordnet werden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studenten sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Physik " Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Physik • Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
Literatur	• Skript Laser in der Mikrotechnik • CD
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Constantin Häfner
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Mikro-/ Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung (401168801)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mikro-/ Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Mikro-/Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011013
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Einführung in die Eigenschaften und das Layout optischer Systeme 1 • Elektromagnetische Wellen • Analogie mechanische/optische Wellen, • Maxwellgleichungen, Wellengleichung, ebene Wellen, Kugelwellen, • Huygenssches Prinzip, • Reflexion/Transmission, Polarisation 2 • Strahlenoptik (paraxiale Optik) • Abgrenzung: Beugungsoptik-Strahlenoptik, • Konstruktion von Abbildungsstrahlengängen, Matrixformalismus • Helmholtz-Lagrange-Invariante, f/# - Zahl und numerische Apertur • Kardinalpunkte und Hauptebenen 3 • Aberrationen • Aperturen und Pupillen, • Optische Weglängendifferenz (OPD), • Seidelsche Aberrationstheorie,• Chromatische Aberration, Korrekturprinzipien 4 • Ray-Tracing • Prinzip des Ray-Tracing, • Aberrationsdiagramme, • Abbildungsleistung optischer Systeme 5 • Optisches Layout und Optimierung • Vorgehen beim Optik Design, Merrit Funktion • Grundformen optischer Systeme 7 • Optische Werkstoffe • Grundlagen der linearen Dispersion, • Eigenschaften optischer Gläser,• Metallspiegeloptiken, • Kunststoffe als optische Materialien, • GRIN – Komponenten, • Doppelbrechung 8 • Interferenz und Beugung • Zweistrahlinterferenz, Vielstrahlinterferenz, • optische Schichten, • Beugung, Fresnel-Beugung, Fernfeld und Nahfeld 9 • Einführung in die Lasertechnik

	• Anwendungsgebiete der Lasertechnik in der Produktion, Lasermarkt • Laserprinzip: Laser in drei Bildern, Aktives Medium, Besetzungsinversion, Nichtlineare Verstärkung, Resonator 10 • Strahlquellen für die Lasermaterialbearbeitung • Gaslaser, Festkörperlaser, Halbleiterlaser; Beispiele: CO2-Laser, Nd:YAG-Laser, Diodenlaser • Wellenlänge/Frequenz, Leistung/Energie, Pulsdauer, Wirkungsgrad 11 • Charakterisierung des Laserstrahls als Werkzeug in der Lasertechnik • Gaußscher Strahl, Intensitätsverteilung, Strahlqualität • Ausbreitung und Strahlformung von Laserstrahlung • Lichtwellenleiter • Parameterfeld für die Lasermaterialbearbeitung 12 • Physikalische Grundlagen der Lasermaterialbearbeitung • Reflexion, Transmission und Absorption • Temperatur, Wärmeleitung • Massendiffusion; Beispiel Härten 13 • Trennen und Fügen • Wärmeleitungsschweißen, Tiefschweißen, Hybridschweißen, Kunststoffschweißen • Löten mit Diodenlasern • Abtragen durch Schmelzaustrieb, Abtragen durch Sublimation, Bohrtechniken • Laserstrahlschmelzschneiden, Laserstrahlsublimierschneiden, Laserstrahlbrennscheiden 14 • Oberflächentechnik • Härten • Umschmelzen • Legieren • Beschichten • Reinigen • Polieren • Rapid Prototyping Verfahren: Laserstrahlgenerieren (LG), Selektiv Laser Melting (SLM), Selektive Laser Sintering (SLS), Laminated Object Manufacturing (LOM), Stereolithographie (SL)
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Berechnungsverfahren der paraxialen Optik und die Abbildungsfehler bei nicht-paraxialer Optik und können diese Verfahren einsetzen. Sie kennen weiterhin das Ray-Tracing-Verfahren zum Entwurf und zur Optimierung technischer optischer Systeme. Die Studierenden sind in der Lage, diese strahlenoptischen Verfahren abzugrenzen von wellenoptischen Verfahren, die beispielsweise bei der Auslegung beugungsbegrenzter Systeme und von Lasern zu Einsatz kommen. Die Studenten kennen die grundlegenden Eigenschaften des Gaußschen Strahls und können seine Propagation und die Umformung mit einfachen optischen Systemen berechnen. Sie kennen den prinzipiellen Aufbau von Gas-, Festkörper- und Diodenlasern und verstehen die Funktionsweise der einzelnen Komponenten der Laserstrahlquellen. Den Studenten sind die grundlegenden Wechselwirkungen von Laserstrahlung mit Materie sowie aller derzeit in der industriellen Produktion verbreiteten Verfahren der Lasermaterialbearbeitung und Messtechnik bekannt. Sie kennen die typischen Verfahrensparameter der Laseranwendungen und können selbstständig ein gewünschtes Verfahrenergebnis in den Stand der Technik einordnen. Nicht fachbezogen: • Die Studenten sind in der Lage vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: " Dieses Modul kann nicht belegt werden, wenn eines der Module "Einführung in Laseranwendungen" oder "Einführung in optische Systeme für die Produktion" parallel belegt wird oder in einem der zwei letztgenannten Module bereits eine Prüfung abgelegt wurde oder ein Fehlversuch vorliegt. Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):

	" Physik (für Maschinenbauer)
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • Dieses Modul kann nicht belegt werden, wenn eines der Module "Einführung in Laseranwendungen" oder "Einführung in optische Systeme für die Produktion" parallel belegt wird oder in einem der zwei letztgenannten Module bereits eine Prüfung abgelegt wurde oder ein Fehlversuch vorliegt. Empfohlene Voraussetzungen: • Vorlesung „Physik für MB“
Literatur	• Vorlesungsunterlagen „Technologie optischer Systeme“ • Vorlesungsskript Lasertechnik I • Vorlesungsskript Lasertechnik II • CD Lasertechnik
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Constantin Häfner Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Carlo Holly
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen (401101301)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Konstruktion und Anwendung von Lasern und optischen Systemen	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Konstruktion und Anwendung von Lasern und optischen Systemen	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Computerunterstützte Chirurgietechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013310
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in die Chirurgie und Chirurgietechnik • Historie, Aufgaben und Zielsetzung, „minimal-invasive Chirurgie“ • Arbeitsplatz Operationssaal • chirurgische Instrumenten- und Gerätetechnik (Überblick) 2 • Randbedingungen • Hygiene • Technische Sicherheit • Gesetzliche und normative Anforderungen 3-5 • Datenakquisition/Perzeption • Bildgebungsverfahren für die Chirurgie (2-3D Fluoroskopie, CT, (Open)MR, Ultraschall, Endoskopie,...) kontextspezifische Charakteristika, Verfahren, Einbindung in den intraoperativen Arbeitsablauf, Anwendungsgebiete • intraoperative Messtechnik (3D-Lage- und Kraftsensorik, …), „Smart Instruments“ • Weitere Daten-/Informationsquellen (morphologische und funktionelle Atlanten, Implantatdatenbanken, statistische Modelle,…) 6-7 • Extraktion und Kombination von Information/Kognition I • Signal- und Bildanalysetechnik, Segmentierung (Grundlagen) • multimodale Referenzierungsverfahren (PTP, ICP, starr/elastisch) 8-9 • Kognition II/Planung • prä- vs. intraoperative Planungssysteme: Grundlagen und Anwendungen (Orthopädie und Unfallchirurgie, Dental- und kraniofaziale Chirurgie, Neuro- und Strahlentherapie,…); • Fertigung und Anwendung physikalischer Planungsmodelle, • computerassistierte Planung und Fertigung individueller Implantate und Vorrichtungen (CASP/CAM) 10-12 • Ausführung I/Navigationstechnik • Stereotaxie • intraoperative Registrierungsverfahren (mechanische/kinematische, optische, ultraschalltechnische und fluoroskopische Verfahren, 3D-Morphing) • dynamische Referenzierung, Messtechnik, medizinische und technische Limitierungen und Trends • Planungsbasierte Leistungsregelung (Navigated Control) • bildbasierte und bildlose Navigation • Mensch-Maschine-Interaktion/ Limitierungen 13 • Ausführung II/ Robotik • Systeme und Sicherheitskonzepte chirurgischer Robotersysteme; Baufor-men, Kinematik • semiaktive/synergistische und aktive Robotersysteme; • Anwendungen: Roboter in Orthopädie, Neurochirurgie und Strahlen¬therapie,… • Entwicklungen und Trends

	14 • Chirurgische (Tele-)Manipulatoren • Anforderungen MIC • Bauformen, Kinematik, Systeme • Anwendungen und technische Besonderheiten • Herausforderungen, Limits, Trends 15 • Repetitorium (bei Bedarf)
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen Grundlagen, Entwicklung und Trends der computerunterstützten Chirurgie und die Besonderheiten des medizinisch-technischen Kontextes • Die Studierenden kennen grundlegende technologische Komponenten und Verfahrensschritte und können deren Funktionsweise in Grundzügen erläutern • Die Studierenden kennen die für die computerunterstütze Chirurgie zum Einsatz kommenden multimodalen Datenquellen und Aufnahmeverfahren und können deren in diesem Kontext wichtigen grundlegenden Charakteristika und Limitierungen erläutern. • Die Studierenden kennen und verstehen Verfahren zur Extraktion und Kombination multimodaler Informationen auf Basis von Signal- und Bildanalyseverfahren sowie Referenzierungsverfahren und können diese erläutern. • Die Studierenden können das erlernte Wissen an Beispielen praktisch umsetzen und experimentell erproben. • Die Studierenden kennen und verstehen Grundlagen und Techniken der computergestützten Planung und rechnergestützen Fertigung von physikalischen Individualplanungsmodellen und können diese erläutern • Die Studierenden kennen und verstehen Komponenten und Verfahren der intraoperativen Referenzierung und Navigation sowie deren theoretische Grundlagen, Charakteristika und Limitierungen, können diese erläutern und beispielhaft anwenden. • Die Studierenden kennen Ausführungsformen, Charakteristika und Anwendungen von Roboter- und Manipulatorsystemen in der Chirurgie und können diese erläutern. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • In praktischen Übungen können die Studierenden erlerntes Wissen u.a. zu Mathematik, Messtechnik, Bildverarbeitung, Mechanik und Programmierung in C++ an Beispielen auf Basis einer selbständigen (angeleiteten) Problemanalyse praktisch umsetzen und experimentell erproben (Methodenkompetenz). • Die programmtechnische Implementierung und experimentelle Erprobung in den Übungen erfolgt teilweise in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Medizintechnik I " Einführung in die Medizin (Baumann) " Physik und Mathematik " Grundvorlesungen im Maschinenbau
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Medizintechnik I • Einführung in die Medizin (Baumann) • Physik, Mathematik • Grundvorlesungen Maschinenbau
Literatur	(am Lehrstuhl einsehbar; leider keine klassischen Lehrbücher verfügbar): 1. • Konermann W. et al.: Navigation und Robotik in der Gelenk- und Wirbelsäulenchirurgie. Springer Verlag 2003 2. • Kramme, R.: Medizintechnik. Verfahren, Systeme und Informationssysteme, 2. Aufl., Springer Verlag 2002 3. • Taylor, R.H.: Computer Integrated Surgery – Technology and Clinical Applications. MIT Press, Cambridge, MA, 1996 4. • Fedtke St. et al.: Computerunterstützte Chirurgie. Vieweg Verlag, 1994 5. • Umdruck/Foliensammlung zur Vorlesung Zeitschriften (Beispiele): • 1. Journal of Computer Aided Surgery (Taylor&Francis) • 2. Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery (Wiley) (…zahlreiche weitere Zeitschriften zu Teilaspekten; besonders geeignete Artikel werden als Kopien in der Vorlesungen/Übung nach Bedarf bereitgestellt) Konferenzen (K.-bände mit ISBN; K. teilw. mit Studierendenwettbewerb): • 1. Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS) • 2. Medical Computing and Computer Assisted Interventions (MICCAI) • 3. Computer Assisted Orthopaedic Surgery (CAOS) • 4. Computer und Roboter Assistierte Chirurgie (CURAC)
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Klaus M. Radermacher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computerunterstützte Chirurgietechnik (401331001)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Praktikum Computerunterstützte Chirurgietechnik	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014435
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Grundlagen & Bedeutung von Medizinproduktergonomie und Gebrauchstauglichkeit • Spezifische Randbedingungen & Risiken des Medizinprodukteinsatzes • Rechtlicher und normativer Rahmen, Verantwortung und Haftung • Beispiele von Benutzungsfehlern 2 • Ergonomie und Gebrauchstauglichkeit in Entwicklung, Zulassung und Betrieb von Medizinprodukten • Einführung in Medizinprodukterecht & medizintechnische Normung im nationalen und internationalen Zusammenhang (Europa, USA…) • Klassifizierung von Medizinprodukten • Zulassung und Betriebsüberwachung von Medizinprodukten / Zwischenfallmeldesysteme und -pflichten 3, 4 • System-Ergonomie in der Medizin: Grundlagen der Medizinproduktergonomie • Definitionen und Grundlagen der Ergonomie • Belastungs- / Beanspruchungsmodell • Wahrnehmung und mentale Modelle • Methoden ergonomischer Gestaltung und Bewertung • Besonderheiten im medizinischen Nutzungsumfeld 5, 6, 7 • Gestaltung und Bewertung medizinischer Arbeitsplätze • Charakterisierung medizinischer Arbeitsplätze • Methoden und Werkzeuge zur Analyse von Belastungen, Beanspruchungen und Risiken (z.B. für muskuloskeletale Langzeitschäden bei Ärzten und Pflegepersonal) • Ermittlung und Problemfelder des klinischen Workflows • Grundsätze ergonomischer / gebrauchstauglicher Gestaltung von Medizinprodukten 8, 9 • Mensch-Maschine-Interaktion im klinischen Nutzungskontext • Grundlagen der Mensch-Maschine-Interaktion • Kontextuelle Eignung verschiedener Mensch-Maschine-Schnittstellen zur Informationsein- und –ausgabe • Grundsätze medizintechnischer Dialoggestaltung • Alarme 10 • Risikomanagement für Medizinprodukte I • Definition und Bewertung des Risikos im klinischen Nutzungskontext • Normgerechter, integrierter Risikomanagementprozess • Planung und Durchführung einer System-Risikoanalyse • Klassifizierung und Auswirkungen von Gegenmaßnahmen 11 • Risikomanagement für Medizinprodukte II - Humaninduzierte Fehler • Ursachen, Klassifizierung und Auswirkungen menschlicher Fehler • Benutzer- vs. Benutzungsfehler, normative und rechtliche Sicht • Quantifizierung menschlicher Fehler 12 • Gebrauchstauglichkeit I • Grundlagen / Aspekte klinischer Gebrauchstauglichkeit • Konzept und Vorgehen im Usability-Engineering-Prozess / Einbindung in die Entwicklung medizintechnischer Produkte • Spezifikation der Gebrauchstauglichkeit (Nutzungskontext, Anwendercharakterisierung…) • Anwenderpartizipation 13 • Gebrauchstauglichkeit II • Spezifikation und Einfluss des Validierungsumfeldes • Methoden und Werkzeuge zur Verifizierung / Validierung klinischer Gebrauchstauglichkeit 14 • Vertiefung • Vertiefung ausgewählter Aspekte der Integration von Ergonomie und Gebrauchstauglichkeit in den Prozess der Medizinproduktentwicklung anhand verschiedener Fallbeispiele 15 • Repetitorium
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen den Zusammenhang und die Bedeutung von Mensch-Maschine-Interaktion, Ergonomie und Gebrauchstauglichkeit im Rahmen der Medizinproduktentwicklung, -zulassung und anwendung. • Sie sind mit den grundlegenden Verfahren zur ergonomischen Gestaltung und Bewertung medizinischer Arbeitsplätze vertraut und können entsprechende Werkzeuge im Zusammenhang mit Fallbeispielen anwenden. • Auf Basis ihrer Kenntnisse zu den spezifischen Randbedingungen des medizintechnischen Einsatzumfeldes sowie zu Verfahren und Methoden des medizintechnischen Risi-komanagements können die Studierenden Risiken und mögliche Gefährdungen des Medizinprodukteinsatzes ermitteln, einordnen und bewerten. Sie sind in der Lage, geeignete Gegenmaßnahmen zu entwickeln und ihre Wirksamkeit kritisch zu beurteilen. • Dabei verfügen sie insbesondere auch über Kenntnisse bzgl. der Mechanismen und Risiken klinischer Mensch-Maschine-Interaktion • Die Studierenden kennen Struktur und Ablauf des bzgl. der Medizinproduktentwicklung normativ verankerten Usability-Engineering-Prozesses und sind in der Lage, diesen auf entsprechende Produktentwicklungsvorgänge abzubilden.

	• Die Studierenden verfügen über Grundlagenkenntnisse bzgl. etablierter Verfahren, Methoden und Werkzeuge zur Erreichung und Überprüfung der Gebrauchstauglichkeit. Sie sind fähig, diese situativ angemessen auszuwählen und anzuwenden sowie die resultierenden Ergebnisse zu bewerten. • Die Studierenden kennen grundlegende Aspekte des Risikomanagements sowie Risikoanalyseverfahren und können diese auf ein Medizinprodukt anwenden • Die Studierenden kennen die Grundlagen des Konformitätsbewertungsverfahrens sowie der Klassifizierung von Medizinprodukten, können diese erläutern und auf einfache Beispiele anwenden und hieraus abzuleitende Anforderungen an Dokumentation, Qualitätsmanagement und Zulassung benennen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind in der Lage selbständig ein Themengebiet aus vorgegebener interdisziplinärer Literatur aufzuarbeiten, diese durch eigene Recherchen zu ergänzen, und aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht zu analysieren und zu bewerten. • Die Studierenden können sowohl interdisziplinäre wie auch ingenieurwissenschaftliche Aspekte des bearbeiteten Themengebietes in einer Präsentation zusammenfassend darstellen, erläutern und diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.): " Modul "Medizintechnik I" (Radermacher, FB 4) ist als Grundlage bzw. begleitend sinnvoll, jedoch nicht zwingend erforderlich " "Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme" (Schlick) " 'Industrial Engineering' (Schlick)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Modul "Medizintechnik I" (Radermacher, FB 4) ist als Grundlage bzw. begleitend sinnvoll, jedoch nicht zwingend erforderlich • "Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme" (Schlick) • „Industrial Engineering I“ (Schlick)
Literatur	(am Lehrstuhl einsehbar; teilweise in der Hochschulbibliothek verfügbar, kein spezifisches Lehrbuch vorhanden): • Medizinprodukterecht, BVMed, 2004 • Wintermantel E, Ha, SW: Medizintechnik mit biokompatiblen Werkstoffen und Verfahren, 3.Aufl., Springer, 2002 • Nielsen J: Usability Engineering, Morgan Kaufman, 1993 • Reason J: Human Error, Cambridge University Press, 1990 • Rubin J: Handbook of Usability Testing, Wiley, 1994 • Salvendy G: Handbook of Human Factors and Ergonomics, 3rd Ed., Wiley, 2005 • Shneiderman B, Plaisant C: Designing the User-Interface, Pearson Addison-Wesley, 2005 • Wickens CD: An introduction to Human Factors Engineering, 2nd Ed., Pearson Education Inc., 2004 • Dumas JS: A practical guide to usability testing, Ablex Publishing Corporation, 1993 • Jonassen DH, Hannum WH: Handbook of Task Analysis Procedures, Westport Connection, 1989 • Luczak H: Arbeitswissenschaft, Springer, 1993 • Wicklund ME: Medical Device and Equipment Design, Interpharm Press Inc., 1995 • (…Zeitschriften zu Teilaspekten; besonders geeignete Artikel werden als Kopien in der Vorlesungen/ Übung nach Bedarf bereitgestellt) • Umdruck/Foliensammlung zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Klaus M. Radermacher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten (401443501)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011575
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1-4 Einführung • Entwicklung, Aufgabengebiete und Randbedingungen der Biomechanik des menschlichen Stütz- und bewegungsapparates; geschichtliche Aspekte, Anwendungen, Perspektiven • Funktionelle Anatomie des Stütz- und bewegungsapparates; klinische Aspekte 4-7 Materialmodellierung • Grundlagen der materialmodellierung, FEM, Biomechanische Modellierung von Hart- und Weichgewebe • Computergestützte FEM Simulationen • Mechanobiologie 8 Biomechanische messtechnik I • laborexperimentelle Ermittlung von Materialkennwerten und Beanspruchungen; Anwendungsbeispiele aus der Forschung, Bioreaktorentwicklung 9-11 Statische und dynamische Modellierung zur Berechnung von Gelenkkräften • 2D, 3D, 4D Modellierungsansätze • Rechnergestützte Mehrkörper-Simulationen • Anwendungen und Einschränkungen 12 Biomechanische Messtechnik II • Bewegungsanalyse, invivo-Messtechnik, Kraft, Druck, Momente, EMG 13-15 Biomechanik der Implantate • Historischer Rückblick • Allgemeine Anforderungen und Randbedingungen • Biokompatibilität • Materialien, Verankerung, Tribologie • Kinematik und Kinetik • Oberflächenstrukturen • Alterung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der Biomechanik des menschlichen Stütz- und Bewegungsapparates sowie ein Grundverständnis des Einflusses krankhafter Veränderungen in Form und Funktion sowie Kenntnisse zu biomechanischen Grundlagen therapeutischer Maßnahmen, Hilfsmittel und Implantate sowie zur Reaktion des Körpers auf mechanische belastungen und beanspruchungen (u.a. Viskoelastizität, Relaxiation, Modelling/ Remodelling, ...) • Die Studierenden kennen die wichtigsten messtechnischen laborexperimentellen und klinischen Verfahren zur Erfassung von Muskelaktivität, 3D-Bewegungsanalyse, Belastungen und Beanspruchungen in-vitro und in-vivo • Die Studierenden kennen die wichtigsten messtechnischen laborexperimentellen Verfahren zur biomechanischen Untersuchung von Implantatmaterialien und Implantaten zum Ersatz von Hart- und Weichgewebe des Stütz- und Bewegungsapparates • Die Studierenden kennen wesentliche Aspekte und Verfahren der makroskopischen und mikroskopischen biomechanischen Modellierung von Knochen und Weichgewebeanteilen zur Simulation von Belastungen und Beanspruchungen sowie resultierenden Adaptionsvorgängen

	• Die Studierenden sind in der Lage Verfahren der biomechanischen Modellierung hinsichtlich ihrer allgemeinen und individuell zu ermttelnden Informationen sowie ihrer Möglichkeiten und Grenzen einzuschätzen, problemangepasste Modellbildungen u.a. zur (näherungsweisen) Berechnung von Belastungen vorzuschlagen und anzuwenden. • Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse zu rechnergestützten Verfahren der biomechanischen Mehrkörper-Simulation und deren Anwendung im Rahmen von experimentellen und klinischen Untersuchungen bzw. Applikationen • Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse zu Implantaten für Osteosynthese und Gelenk(teil-)ersatz. Nicht fachbezogen: • Die Studierenden sind in der Lage, selbständig und in einem Kleinteam ein Themengebiet aus vorgegebener interdisziplinärer Literatur aufzuarbeiten, diese durch eigene Recherchen und ggf. Experimente zu ergänzen, und aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht zu analysieren und zu bewerten (Methodenkompetenz) • Die Studierenden können sowohl interdisziplinäre wie auch ingenieurwissenschaftliche Aspekte des bearbeiteten Themengebietes in einer Präsentation zusammenfassend darstellen, erläutern und diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Physik, Mathematik " Grundvorlesungen Maschinenbau (Semester 1-4: Mechanik, Messtechnik, ...) " Einführung in die Medizin (Baumann)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Physik, Mathematik • Grundvorlesungen Maschinenbau (Semester 1-4: Mechanik, Messtechnik, ...) • Einführung in die Medizin (Baumann) ;
Literatur	• Pauwels, F. (1980): Biomechanics of the locomotor apparatus. Springer Berlin Heidelberg New York • Maquet, P.G.J. (1985): Biomechanics of the Hip. Springer Berlin Heidelberg New York Tokyo • Brinckmann, P. et.al. (2000): Orthopädische Biomechanik. Thieme Verlag • B.D. Ratner, et.al. (2004): Biomaterial Science. 2nd Edition, Elsevier • B. Kummer (2005): Biomechanik. Deutscher Ärzteverlag • Leondes, C.T. (2007): Biomechanical Systems Technology. (Vol. 1-4), World Scientific Publishing • Z.f. Biomedizinische technik, J.f. Biomechanics, ... (... zahlreiche weitere Bücher und Zeitschriften zu Teilaspekten; besonders geeignete Artikel werden als Kopien in den Vorlesungen/Übungen nach Bedarf bereitgestellt) • Umdruck/Foliensammlung zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche oder eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Klaus M. Radermacher apl. Professor Dr.-Ing. Marcus Stoffel
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates (401157501)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Prüfung Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Medizintechnik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013321
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung in die Medizintechnik • Entwicklung, Aufgabengebiete und Randbedingungen der Medizintechnik; Überblick zur Diagnose-, Therapietechnik 2-4 • Medizinische Bildgebung (I) • Grundlagen insbesondere der Röntgenbildgebung (inkl. CT), Magnet-Resonanztomographie und Ultraschallbildgebung (Weiterführung und Vertiefung zur Medizinischen Bildgebung in Medizintechnik II) • Darstellung von Materialien und Strukturen (Morphologie/ physikalische/mech. Eigenschaften, …,Funktion) im Bild • Berücksichtigung spezifischer Wechselwirkungen bei Materialauswahl und Gestaltung 5 • Biokompatibilität und Biofunktionalität • Definition und Bedeutung von Biokompatibilität und Biofunktionalität; Prüfverfahren; Gewebeeigenschaften; Reaktionen des menschlichen Organismus 6-8 • Biomechanik • Überblick und Grundlagen der Biomechanik, Bedeutung in der Diagnose und Therapietechnik • Biomechanik von Stütz- und Bewegungsapparat, Implantate, Endo- und Exoprothesen (ausgewählte Beispiele, Vertiefung in „Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates“ und „Medizintechnik II“) • Kurzer Überblick zur Biomechanik von Herz und Kreislauf, Atmung, Niere, Ersatz- und Unterstützungssysteme (Weiterführung und Vertiefung in „Physiologische und technische Grundlagen natürlicher und künstlicher Organe“) 9 • Hygiene und Hygienetechnik • Grundlagen der Hygiene; Verfahren und Wirkprinzipien der Desinfektion und Sterilisation; Komponenten und Bauweisen sterilisierbarer Instrumente und Geräte; Krankenhaushygiene 10-13 • Biomaterialien • Einführung und Überblick; mechanische Eigenschaften, Korrosionsbeständigkeit, Biokompatibilität und Hauptanwendungsgebiete metallischer Werkstoffe (einschl. FGL) • Herstellung und Verarbeitung, Sterilisation und Biokompatibilität, Eigenschaften und Anwendungen biokompatibler synthetischer Polymere • Degradationsmechanismen biodegradierbarer Polymere; Struktur und Eigenschaften, Gewinnung, Verarbeitung und Anwendung natürlicher Polymere • Herstellung, Eigenschaften und Anwendungen keramischer Werkstoffe und Faserverbundwerkstoffe in der Medizintechnik 14 • Ausgewählte Fertigungsverfahren für die Medizintechnik • Generative Fertigung von Individualimplantaten, Beschichtung von Implantaten, Herstellung von Zellträgersystemen

	15 • Medizinprodukterecht, Qualität und Sicherheit • Überblick, rechtliche Grundlagen, Konformitätsbewertungsverfahren, Qualitäts- u. Risikomanagement, Sicherheitskonzepte, Schutzmassnahmen und Sicherheit (Weiterführung und Vertiefung in „Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten“)
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der Medizintechnik (Materialien, Bauweisen, Einsatz- und Randbedingungen,…) als Einführung insbesondere für den konstruktiven Bereich der Entwicklung von Instrumenten und Geräten oder auch Organersatz- und Unterstützungssystemen, und damit u.a. über eine Basis für weiterführende Veranstaltungen im Bereich/ Schwerpunkt Medizintechnik. Sie sind in der Lage, unterschiedliche Anwendungsbereiche und -beispiele sowie spezifische Randbedingungen der Medizintechnik für Diagnose und Therapie zu nennen und zu erläutern. • Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse zu normativen Anforderungen bei der Zulassung von Medizinprodukten und deren Bedeutung für die Entwicklung. Sie können ihre Kenntnisse über die besonderen Randbedingungen und Sicherheitsanforderungen der Medizintechnik bei der Bewertung von medizintechnischen Lösungen anwenden. Die Studierenden kennen die wichtigsten Bildgebungsverfahren in der Medizin und können deren grundlegende physikalische Wirkprinzipien erklären. Diese Kenntnisse können sie bei der Auswahl von Materialien im Rahmen der Konstruktion von Komponenten und Systemen anwenden. Die Studierenden sind in der Lage, die Begriffe Biokompatibilität und Biofunktionalität und deren Bedeutung für medizintechnische Produkte zu erläutern und an Beispielen zu verdeutlichen. Sie kennen grundlegende Gewebeeigenschaften und Gewebereaktionen. Die Studierenden kennen die Bedeutung der Hygiene in der Medizintechnik, können Verfahren und Wirkprinzipien der Desinfektion erläutern und diese Kenntnisse bei der Entwicklung bzw. Bewertung von technischen Lösungen anwenden. Insbesondere verfügen sie über Kenntnisse zu geeigneten Konstruktionswerkstoffen und Gestaltungsprinzipien für unterschiedliche medizintechnische Anwendungen und können Besonderheiten hinsichtlich der Eigenschaften, Herstellung und Anwendung erläutern und bei der Lösungssynthese und –evaluation umsetzen. Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse zu ausgewählten Fertigungsverfahren zur Herstellung von Individualimplantaten, zur Beschichtung von Implantaten sowie von Zellträgersystemen, können diese in Grundzügen erklären und bei der Auswahl bzw. Entwicklung konstruktiver Lösungen auf diese Kenntnisse zurückgreifen und bedarfsweise vertiefen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Einführung in die Medizin (Baumann); (ggf. auch parallel) " Physik, Mathematik " Grundvorlesungen Maschinenbau (Semester 1-4: Mechanik, Werkstoffkunde, Maschinengestaltung, Elektrotechnik,Strömungsmechanik I, Messtechnik,etc.) Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...): " Medizintechnik II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Einführung in die Medizin (Baumann); (ggf. auch parallel) • Physik, Mathematik • Grundvorlesungen Maschinenbau (Semester 1-4: Mechanik, Werkstoffkunde, Maschinengestaltung, Elektrotechnik, Strömungsmechanik I, Messtechnik,…) Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Medizintechnik II
Literatur	1. • Hutten, H.: Biomedizinische Technik 1-4, Springer-Verlag 1992 2. • Wintermantel, E., Ha, S-W.: Medizintechnik mit biokompatiblen Werkstoffen und Verfahren. 3. • Aufl. Springer-Verlag 2002 3. Enderle, J., Blanchard, S., Bronzino, J.: Introduction to Biomedical Engineering. 2nd Edition, Elsevier Academic Press 2005 4. • B.D. Ratner, A.S. Hoffmann, F.J. Schoen, J. E. Lemons: Biomaterial Science. 2nd Edition, Elsevier 2004

	5. • Kramme, R.: Medizintechnik. Verfahren, Systeme und Informationssysteme, 2. Aufl., Springer Verlag 2002 6. • St. Silbernagl, A. Despopoulos: Taschenatlas der Physiologie, 6. Aufl., Thieme-Verlag, 2003 7. • B. Kummer: Biomechanik. Deutscher Ärzteverlag, 2005 8. • Zeitschrift für Biomedizinische Technik (…zahlreiche weitere Bücher und Zeitschriften zu Teilaspekten; besonders geeignete Artikel werden als Kopien in der Vorlesungen/Übung nach Bedarf bereitgestellt) 9. • Umdruck/Foliensammlung zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Klaus M. Radermacher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Medizintechnik I (401332101)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Medizintechnik I	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Medizintechnik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014433
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2005
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung • Überblick zur Instrumenten- und Gerätetechnik • Überblick Krankenhaustechnik • Stellenwert, Entwicklungen und Trends 2-4 • Medizinische Bildgebung (II) • Überblick und Gegenüberstellung der wichtigsten medizinischen Bildgebungsverfahren (Röntgen, Computertomographie, MR-Tomographie, PET, SPECT, Ultraschall, Endoskopie, Mikroskopie, OCT, …; Eigenschaften, Anwendungsgebiete und Grenzen) • Aufbau, Bauformen und zugrundeliegenden Verfahren der Bilderfassung bzw. -rekonstruktion 5-6 • Biosignalerfassung, Funktionsdiagnostik und Monitoring • Übersicht zu den wichtigsten Verfahren zur Erfassung von Biosignalen und anderer Vitalparameter • Gerätesysteme für Funktionsdiagnostik und Monitoring (Wirkprinzipien, Eigenschaften, Anwendungsbereiche) 7 • Krankenhaus- und OP-Technik • Infrastruktur, Komponenten und Gerätesysteme • Informationsflüsse und –verarbeitung, Arbeitsabläufe • Übersicht zu Normen und Richtlinien 8 • Anästhesie und Intensivpflege • Überblick Narkose, Beatmung, Notfallmedizin • Gerätetechnik (Wirkprinzipien, Eigenschaften, Anwendungsbereiche) 9 • Laser in der Medizin • Medizinische Lasersysteme (Aufbau, Medien, Eigenschaften) • Biophysikalische Wirkung und Anwendungen • Gerätesysteme und Applikatoren • Sicherheitstechnische Aspekte und Normen 10 • Hochfrequenzchirurgie • Überblick und Entwicklung • Physikalische und technische Grundlagen • Monopolare und bipolare Technik • Sicherheitstechnische Aspekte und Normen 11 • Chirurgische Instrumente- und Gerätetechnik • Chirurgische Motorensysteme und Instrumente • Systeme und Komponenten für die endoskopische Chirurgie • Überblick dentaltechnische Instrumente

	• Überblick zur computerunterstützten Chirurgie 12 • Strahlentherapie • Physikalische und technische Grundlagen • Biophysikalische Wirkung und Anwendungen • Systeme und Komponenten • Sicherheitstechnische Aspekte 13 • Therapeutische Anwendung von Ultraschalll, Stoßwellentherapie • Physikalische und technische Grundlagen • Biophysikalische Wirkung und Anwendungen • Systeme und Bauweisen • Sicherheit 14 • Rehabilitationstechnik • Funktionelle Analyse • Funktionelle Stimulation • Künstliche Gliedmaßen • Rollstuhltechnik • Kommunikationshilfen 15 • Repetitorium
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen Aufbau, Theorie und Wirkungsweise wichtiger diagnostischer und therapeutischer Instrumente, Geräte und Systeme und eren Eigenschaften, Stellenwert und Anwendungsbereiche und können diese in Grundzügen erläutern • Sie können die wesentlichen Komponenten der Krankenhaus- und OP-Technik benennen und erklären und kennen die Bedeutung grundlegender Prozesse, Informationsflüsse und Arbeitsabläufe und können einzelne Komponenten einordnen • Sie kennen die wichtigsten Normen und Sicherheitsanforderungen für die jeweiligen Komponenten und Systeme bzw. können die jeweils aktuellen Bestimmungen ermitteln und anwenden Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind in der Lage selbständig ein Themengebiet aus vorgegebener interdisziplinärer Literatur aufzuarbeiten, diese durch eigene Recherchen zu ergänzen, und aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht zu analysieren und zu bewerten. • Die Studierenden können sowohl interdisziplinäre wie auch ingenieurwissenschaftliche Aspekte des bearbeiteten Themengebietes in einer Präsentation zusammenfassend darstellen, erläutern und diskutieren. • In den Übungen erfolgt die Arbeit teilweise in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.): " Medizintechnik I " Einführung in die Medizin (Baumann) " Physik, Mathematik " Grundvorlesungen Maschinenbau
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Medizintechnik I • Einführung in die Medizin (Baumann) • Physik, Mathematik • Grundvorlesungen Maschinenbau
Literatur	• Hutten, H.: Biomedizinische Technik 1-4, Springer-Verlag 1992 • Wintermantel, E., Ha, S-W.: Medizintechnik mit biokompatiblen Werkstoffen und Verfahren. 3. Aufl. Springer-Verlag 2002 • Enderle, J., Blanchard, S., Bronzino, J.: Introduction to Biomedical Engineering. 2nd Edition, Elsevier Academic Press 2005 • B.D. Ratner, A.S. Hoffmann, F.J. Schoen, J. E. Lemons: Biomaterial Science. 2nd Edition, Elsevier 2004

	• Kramme, R.: Medizintechnik. Verfahren, Systeme und Informationssysteme, 2. Aufl., Springer Verlag 2002 • St. Silbernagl, A. Despopoulos: Taschenatlas der Physiologie, 6. Aufl., Thieme-Verlag, 2003 • B. Kummer: Biomechanik. Deutscher Ärzteverlag, 2005 • Zeitschrift für Biomedizinische Technik (…zahlreiche weitere Bücher und Zeitschriften zu Teilaspekten; besonders geeignete Artikel werden als Kopien in der Vorlesungen/Übung nach Bedarf bereitgestellt) • Umdruck/Foliensammlung zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Klaus M. Radermacher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Medizintechnik II (401443301)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Medizintechnik II	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011716
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Klassifizierung aeroelastischer Vörgänge: statisch, dynamisch 2. Statische aeroelstische Probleme (2D-Betrachtung): Torsionsdivergenz Ruderwirksamkeit 3. HöhenleitwerkswirksamkeitLösungsmethoden statischer aeroelastischer Probleme an Auftriebssystemen:Torsionsdivergenz des geraden Flügels 4. Nähereungsmethoden (Ansatzfunktionen, Einflußzahlen)Torsionsdivergenz des gepfeilten Flügels 5. Dynamische aeroelastische Probleme:EinleitungFlattern, reduzierte FrequenzErweiterte Ansätze zur bestimmung aerodynamischer lasten 6. Formulierung der Bewegungsgleichungen:stationärquasi-stationär 7. instationärvollständiger instationärer Luftkraftansatz 8. Grunsätzliche Vorgehensweise bei der recherischen Flatteranalyse 9. Die Streifentheorie 10. Lösungsmethoden der Flüttergleichungen:p*-Methodep-Methode 11. v-g-Methodep-k-Methode 12. Experimentelle Identifikation strukturdynamischer und aeroelastischer ProblemeEinleitung 13. Phasentrennungsverfahren 14. Phasenresonanzverfahren 15. Messtechnischer Aufwand und Sensorierung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind fähig statische und dynamische aeroelastischer Vorgänge zuzuordnen und deren physikalische Zusammenhänge zu beschreiben. • Sie kennen Formen der Darstellung der Bewegungsgleichungen unter unterschiedlicher aerodynamischer und struktureller Randbedingungen und Annahmen (2D-/3D-Problembetrachtung bzw. stationäre, quasi-stationäre sowie instationäre Problembehandlung). • Sie kennen analytische Lösungsmethoden für 2D-Probleme unter stationärer und quasistationärer Randbedingungen und sie können sie anwenden. • Sie kennen Lösungsmethoden für instationäre aeroelastische Effekte an Tragwerken sowie deren Vor- und Nachteile. • Die Studierenden sind fähig aus der Basis der übermittelten Grundlagen theoretische wissenschaftlichen Argumentationen komplexer aeroelastischer Problemen zu ermessen und zu beurteilen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschlage zu erarbeiten, die ermittelten Ergebnisse zu bewerten und zu vertreten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Technische Mechanik I, II, III " Strukturentwurf von Luft- und Raumfahrt " Schwingungen im Leichtbau I, II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Technische Mechanik I, II, III • Strukturentwurf von Luft- und Raumfahrt • Schwingungen im Leichtbau I, II

Literatur	Skript zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt (401171601)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014843
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Der Strukturentwurf wird maßgeblich vom aerodynamischen bzw. flugmechanischen Entwurf beeinflusst und umgekehrt. Die Studierenden haben einen praxisnahen Einblick in den interdisziplinären Prozess der Lastenrechnung und des Strukturentwurfes am Beispiel von Leichtflugzeugen. • Sie kennen verschiedene Themen aus den Bereichen Aerodynamik, Flugmechanik, Strukturmechanik, Aeroelastik, Werkstoffkunde und Konstruktionslehre hinsichtlich ihrer Anwendung auf den Strukturentwurf von Leichtflugzeugen. In den Übungen wird der Vorlesungsstoff anhand der Berechnung eines typischen, einmotorigen Schulungs- und Sportflugzeuges nachvollzogen. Den Hörern der Vorlesung wird freigestellt, begleitend zur Vorlesung eigene Entwürfe in Hausarbeit durchzurechnen Nicht fachbezogen: keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Leichtbau " Strukturentwurf der Luft- und Raumfahrt " Flugzeugbau I " Aerodynamik " Faserverbundwerkstoffe " Flugmechanik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Leichtbau • Strukturentwurf der Luft- und Raumfahrt • Flugzeugbau I • Aerodynamik • Faserverbundwerkstoffe • Flugmechanik
Literatur	Reimerdes, H.-G.: Skript zur Vorlesung Auslegung und Struktur von Leichtflugzeugen Reimerdes, H.-G.: Skript zur Vorlesung Grundlagen des Strukturentwurfes Reimerdes, H.-G.: Skript zur Vorlesung Strukturentwurf der Luft- und Raumfahrt
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen (401484301)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011717
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung • Definitionen • Beispiele in der Luft- und Raumfahrt • Elastizitätstheoretische Grundlagen 2 • Die Membranschale: • Zylinderschale • Kegelschale • Kugelschale 3 • Fourierreihenentwicklung für Lasten und Verformungen • Lösung der Differentialgleichungen - Übertragungsmatrizen • Spantversteifungen 4 • Behältertheorie 5 • Halbiegetheorie 6 • Vollständige Biegetheorie 7 • Schalenstabilität: • unversteifte Schalen 8 • Schalenstabilität: • versteifte Schalen Die Vorlesung wird in 8 doppelstündigen Blöcken gelesen. Es werden ebenfalls 8 doppelstündige Übungsblocke stattfinden.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die wichtigsten Theorien für die ingenieurmäßige Behandlung von Schalentragwerken. • Sie wissen, wie geschlossene und numerische Lösungen der Differentialgleichungen in Übertragungs- und/oder Steifigkeitsmatrien überführt werden können. • Damit sind die Studierenden in der Lage, eigenständig Schalen zu entwerfen. • Sie wissen weiterhin, wie Kräfte fachgerecht in Schalenstrukturen eingeleitet werden und wie durch Versteifungen das Tragverhalten von Schalen verbessert werden kann. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

	• Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und die ermittelten Ergebnisse ingenieurmäßig zu bewerten. Es wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, ihre eigenen Lösungsansätze vorzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Technische Mechanik I, II " Leichtbau " Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Technische Mechanik I, II • Leichtbau • Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt
Literatur	• Vorlesungsskript • Girkmann, K.: Flächentragweke, Springer Verlag
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken (401171701)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken	1. Semester	2. Semester	-	1
Übung Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011689
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Auswahlkriterien für Elemente • Grenzen von Elementen • Pre/Postprocessor • Vernetzung, inkompatible Netze 2 • Numerische Integration • Elementsperre • reduzierte Integration 3 • Behandlung dynamischer Probleme • Einführung und grundlegende Gleichungen • Finite Element Formulierung • Eigenwertprobleme 4 • Integration im Zeitbereich • Modale Superposition 5 • Kondensationsmethoden • Substrukturen • Statische Kondensation • Dynamische Kondensation 6 • Einführung in nichtlineare Berechnungen • Geometrische Nichtlinearitäten • Material-Nichtlinearitäten • Iterationsverfahren 7 • Stabilitätsverhalten von Strukturen • Grundlegende Gleichungen • Lineare Stabilitätsanalyse 8 Einführung in Kontaktprobleme
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden erhalten die Befähigung, die Finite-Element-Methode richtig einzusetzen, um strukturdynamische und nichtlineare Probleme zu bearbeiten. • Damit sind sie in der Lage kommerzielle Progammsyteme zu nutzen und können mit Hilfe der Programmhandbücher die Lösungswege finden, die für das zu behandelnde Problem am besten geeignet sind.

	• Desweiteren werden sie in der Lage sein, die Ergebnisse von Berechnungen richtig zu interpretieren und auf Richtigkeit zu überprüfen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und die ermittelten Ergebnisse ingenieurmäßig zu bewerten. Es wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, ihre eigenen Lösungsansätze vorzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Technische Mechanik " Grundlagen der Finite Elemente Methode
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Technische Mechanik • Grundlagen der Finite Elemente Methode
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme (401168901)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme	1. Semester	2. Semester	-	1

Übung Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Grundlagen der Finite Elemente Methode (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011056
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung in Finite Differenzen Verfahren und Finite Elemente Methode zur numerischen Lösung von Differentialgleichungen • Software zur Finite Elemente Methode 2 • Prinzipielles Vorgehen bei einer FE-Analyse (Statik) • Ermittlung von Steifigkeitsmatrizen aus der Lösung der Dgl. • Energiemethoden in der Statik 3 • Formulierung der FE-Methode auf der Basis des Prinzips der virtuellen Verschiebungen • Ritz'sche Ansatzfunktionen • Beispiel: Stabelement mit 2 und 3 Knoten 4 • Schubstarrer Balken, eben und räumlich • in Elementkoordinaten • in beliebiger Lage 5 • schubweicher Balken • exzentrische Balkenelemente (Offset) 6 • zweidimensionale Elemente • Scheibenelement • Plattenelement (Kirchhoff) • Faserverbundwerkstoffe 7 • Volumenelement • Isoparametrische Elemente 8 • Isoparametrische Elemente • Genauigkeit und Konvergenz
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studenten lernen die Grundzüge der Finite Elemente Methode kennen. Sie lernen die wichtigsten Elemente für die Strukturberechnung kennen und sind in der Lage, Steifigkeitsmatrizen für einfache Elemente selbst herzuleiten. Sie können für die Lösung von Problemen die geeigneten Elemente auswählen und wissen, wie sich Ansatzfunktionen und Diskretisierung der Modelle auf die Güte der erzielbaren Ergebnisse auswirken. Mit dem vermittelten Wissen sind die Stundenten in der Lage, Handbücher für kommerzielle FE-Software zu lesen und solche Rechenprogramme fachgerecht zu nutzen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

	• Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschlage zu erarbeiten, die ermittelten Ergebnisse zu bewerten und zu vertreten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) - Mechanik I,II - Höhere Mathematik Empfohlene Voraussetzungen: - Werkstoffkunde I,II - Leichtbau
(empfohlene) Voraussetzungen	notwendig: • Mechanik I,II • Höhere Mathematik empfohlen: • Werkstoffkunde I,II
Literatur	• Vorlesungsskript • Formelsammlung zum Vorlesungsskript • Link: Finite Elemente in der Statik und Dynamik • Bathe: Finite-Elemente-Methoden
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen der Finite Elemente Methode (401105601)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Grundlagen der Finite Elemente Methode	2. Semester	1. Semester	-	1

Übung Grundlagen der Finite Elemente Methode	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014444
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung • Anforderungen an Raumfahrtstrukturen • Die Phasen einer Raumfahrzeugentwicklung • Missionsanalyse und Umgebungsbedingungen 2 • Definition und Aufgaben von Subsystemen • Aufgaben und Anforderungen an TrägersystemeIntegration von Nutzlasten • Lasten während des Starts 3 • Aufgaben der Strukturmechanik in den Phasen der Entwicklung • Design Kriterien und Lastannahmen • Konfigurationsentwicklung 4 • Strukturkonzepte • Werkstoffe • Verbindungstechniken • Ausgeführte Raumfahrzeuge 5 • Strukturelemente: Strukuridealisierung • Positive und negative Konstruktionsbeispiele • Eindimensionale Strukturelemente 6 • Strukturelemente: Schubfeldträger • Ringe und Schalen 7 • Strukturelemente: Schalen-Membrantheorie • Der Ring als SpantSchalen-Halbmembrantheorie 8 • Strukturelemente: Druckbehälter • Stabilitätsverhalten der Strukturelemente 9 • Strukturdynamik: Einführung • Bewegungsgleichung-SDOF-Systeme 10 • Strukturdynamik: Bewegungsgleichung-MDOF-Systeme • Näherungsweise Bestimmung der Eigenfrequenzen 11 • Schutz gegen Einschläge von Weltraummüll und Mikrometeoriten

	12 • Verifikation, Qualifikation und Abnahme von Strukturen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden beherrschen die Schritte der Strukturauslegung von Raumfahrzeugen vom Anfang eines Projekts (Konzeptstudien) bis zum Ende (Qualifikation und Abnahme) kennen. • Sie sind in der Lage, basierend auf der Aufgabenstellung für das geplante Raumfahrzeug, geeignete Strukturkonzepte zu entwickeln. • Dem Schwerpunkt der Vorlesung entsprechen, werden die Studierenden in der Lage sein, in der Entwurfsphase Konzepte zu entwerfen, die eine gute Basis für spätere Detailarbeiten darstellen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und die ermittelten Ergebnisse ingenieurmäßig zu bewerten. • Die Studierenden erhalten die Möglichkeit, eigene Entwürfe in Gruppenarbeit zu erarbeiten und abschließend
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Leichtbau I " Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Leichtbau I • Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt
Literatur	Vorlesungsskript Sarafin, T.S.: Spacecraft Structures and Mechanisms, Kluwer Academicc Publishers
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen (401444401)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Fügetechnik I - Grundlagen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011004
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Allgemeine Einführung – Verfahren der Fügetechnik 2. Lichtbogenschweißverfahren 3. Pulvergestützte u. konduktive Schweißverfahren 4. Elektronenstrahlschweißen 5. Laserstrahlschweißen 6. Löten 7. Mechanische Fügetechnik 8. Klebtechnik 9. Werkstofftechnische Aspekte beim Fügen von Stahlwerkstoffen 10. Fügefehler und Prüfverfahren 11. Mechanisierung u. Automatisierung 12. Grundlagen fügegerechter Gestaltung und Berechnung 13. Aspekte der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Fügetechnik ist eine interdisziplinäre Technologie. In allen Bereichen der industriellen Produktion müssen Einzelteile zu Funktionsgruppe zusammengefügt werden. Dazu werden vielfältige Fügetechnologien genutzt. • Der Studierende soll die wesentlichen Fügetechnologien kennen lernen. Auf dieser Basis ist er in der Lage zu entscheiden, welche Fügetechnologie für „sein Produkt“ am besten geeignet ist. • Er beherrscht die technologischen Vor- und Nachteile, die Einsatzgrenzen sowie die wirtschaftlichen Randbedingungen. Er lernt die Industriewerkstoffe Stahl und Aluminium besser kennen, sowie die spezifisch für die Fügetechnik relevanten Besonderheiten. • Er weiß um die Beeinflussung der Werkstoffeigenschaften durch Fügeprozesse. • Er erwirbt Grundkenntnisse einer fügegerechten Gestaltung (Konstruktion) sowie erste einfache Ansätze zur Berechnung / Auslegung von statisch belasteten, gefügten Konstruktionen. Weiterhin werden Aspekte des Arbeits- und Umweltschutzes in der Fügetechnik beleuchtet. • Ergänzend zum Vorlesungsblock (Produktionstechnik) werden in den Übungen Anwendungsbeispiele exemplarisch vorgerechnet und spezifische Besonderheiten für die Verkehrtechnik behandelt. Im Labor werden die Verfahren und Methoden vorgeführt und zur Anwendung gebracht. Dabei sollen die Studierenden die Besonderheiten der Verfahren durch selbständiges Ausführen von kleinen Fügeaufgaben erfahren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...): " Fügetechnik II + III
(empfohlene) Voraussetzungen	Voraussetzung für (z.B. andere Module): • Fügetechnik II • Fügetechnik III
Literatur	• Umdrucke und Übungsunterlagen stehen im L2P-Lernportal der RWTH zur Verfügung

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Uwe Reisgen
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Fügetechnik I - Grundlagen (401100401)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktische Ergänzungsübung Fügetechnik I - Grundlagen	2. Semester	1. Semester	-	0
Vorlesung Fügetechnik I - Grundlagen	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Fügetechnik I - Grundlagen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Dynamische Unternehmensmodellierung und -simulation (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014834
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Prinzipien von Ursache-Wirkungsbeziehungen und Rückkopplungseffekten in Geschäftssystemen. • Sie sind in der Lage, ablauffähige Simulationsmodelle von Unternehmen zu erstellen und mit diesen Effekte von Gestaltungs- und Organisationsvarianten zu untersuchen. • Die Studierenden wissen, wie eine Simulationsstudie geplant werden sollte, welche Anforderungen an Modell und Daten gestellt werden müssen, wie die Erstellung von konzeptionellen und quantitativen Modellen erfolgen sollte, wie die erforderlichen Daten beschafft werden können, wie die erstellten Modelle verifiziert und validiert werden können und mit welchen Methoden die Leistungskenngrößen von Simulationsexperimenten ausgewertet werden können. • Den Studierenden sind die gängigen graphischen Prozessmodellierungssprachen und Simulationsansätze bekannt. Sie wissen, welche dieser Sprachen und Ansätze für welche Anwendungsfälle geeignet sind und können einfache Beispielprozesse mit diesen Sprachen/ Ansätzen modellieren und simulieren. • Die Studierenden kennen und verstehen bekannte Modellierungs- und Simulationsansätze u.a. für folgende Anwendungsbereiche: Materialfluss und Logistik (Supply-Chain, Ersatzteillogistik), Projektablauf (Aufgabeninterdependenzen, Iterationen), Warteschlangensimulation (Callcenter, Flughafenbetrieb etc.), Workflowmodellierung und -simulation (Änderungsmanagement in der Produktentwicklung) sowie Menschmodellierung und -simulation (Arbeitsplatzgestaltung, Erreichbarkeitsanalysen). Aufgrund der praktischen Ausbildung im Rahmen der Übungen sind die Studierenden in der Lage, einfache Simulationsmodelle in diesen Anwendungsdomänen selbständig zu erstellen und deren Verhalten zu untersuchen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz). • Ferner erfolgt die Arbeit in der Übung auch in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit). • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern (Präsentation).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Kenntnisse in grundlegenden Forschungsmethoden
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Kenntnisse in grundlegenden Forschungsmethoden
Literatur	Skript zur Vorlesung und Übung
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. ;Verena Nitsch
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Dynamische Unternehmensmodellierung und -simulation (401483401)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Dynamische Unternehmensmodellierung und -simulation	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Qualitätsmerkmale - planen, realisieren, erfassen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011657
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführungsvorlesung • Organisatorisches • Motivation der Vorlesung 2 • Umfassendes Qualitätsmanagement • Erweiterter Qualitätsbegriff • Stakeholder Analyse 3 • EFQM-Modell • Kontinuierliche Verbesserung • RADAR-Zyklus 4 • Qualitätsplanung • Protective Quality • Perceived Quality 5 • Methoden zur Verbesserung der perceived Quality • Markenqualität 6 • Randbedingungen der Organisationsentwicklung • Die Schwächen hocharbeitsteiliger Organisationen • Komplexität und Subjektivität 7 • Regelung der Prozessqualität • Prozessbeherrschung erreichen • Six Sigma 8 • DAMDV-Zyklus • Einführung in p-QMS • Vorbereitungs- / Interviewphase 9 • Harmonisierungs- / Umsetzungsphase • Reifegradstufen von Prozessorganisationen • Standardisierung und Dokumentation 10 • Qualitätsmanagement in der Produktentstehung • Risiken im Produktenstehungsprozess • Stage Gate Prozess

	11 • V-Modell der Produktentstehung • Entwurf des Referenzprozesses • Die Rollenmatrix 12 • Quality Gates in der Produktentstehung • Messung des Produkt- und des Projektreifegrads 13 • Themenorientierte Projektsteuerung • Gremienlandschaft • Maßmahmenverfolgung 14 • Produktbewährung • Fehlerfrüherkennung • Fehlerbeseitigungsprozess
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind in der Lage Qualitätsmerkmale von Produkten, Prozessen und Organisationen systematisch zu planen, zu realisieren und zu erfassen. • Die Studierenden haben das Qualitätsmanagement der Entstehung komplexer Produkte kennengelernt. • Die Studierenden sind befähigt, die wesentliche Methoden des Qualitätsplanung und -lenkung bei der Entstehung komplexer Produkte in das industrielle Umfeld zu übertragen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Systematisch-analytisches Vorgehen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen : " Qualitätsmanagement
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Qualitätsmanagement
Literatur	Webpage www.qualitaets-merkmale.de
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche oder schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt apl. Professor Dr.-Ing. Thomas Prefi
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Qualitätsmerkmale - planen, realisieren, erfassen (401165701)	1. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Qualitätsmerkmale - planen, realisieren, erfassen	1. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Strömungsmechanik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014337
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Ähnlichkeit; Lernziel ist der Zusammenhang zwischen Realausführung und Modellbildung sowie die Bedeutung der Ähnlichkeitsparameter 2 • Schleichende Strömung; Darstellung der Strömungsfelder für das Gleichgewicht aus Druck- und Reibungskraft 3 • Wirbelströmungen; Begriffe und Kinematik der drehungsbehafteten Strömung 4 • Ableitung der Wirbeltransportgleichung und Darstellung der Drehungsfreiheit als Lösung der Impulsgleichung 5 • Potentialströmung; Ableitung der Elementarlösungen 6 • Ableitung der drehungsfreien Strömungsfelder stumpfer Körper 7 • Grenzschichtströmung laminar; Ableitung der Grenzschichtgleichungen 8 • Darstellung der Grenzschichtgrößen und der von Karmanschen Integralbeziehung 9 • Grenzschichtströmung turbulent; Ableitung des turbulenten Grenzschichtprofils 10 • Abgelöste Strömungen; Diskussion des Einflusses des Druckgradienten und der Reibungskräfte auf die Strömung stumpfer Körper 11 • Mehrphasenströmungen; Darstellung der Analyse von mehrphasigen Strömungen 12 • Blasenströmungen, Partikelbewegungen und Filmströmungen 13 • Kompressible Strömungen; Ableitung der Grundgleichungen für kompressible isentrope Fluide 14 • Kompressible Strömungen; Ableitung der Beziehung für den Verdichtungsstoß und Diskussion der Düsenströmung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen:

	• Die Studenten beherrschen die (mathematische) Beschreibung von dreidimensionalen, instationären Strömungsvorgängen inkompressibler und kompressibler Fluide. • Sie kennen die Bezüge zu technischen Aufgabenstellen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) " Strömungsmechanik I Empfohlene Voraussetzungen: " Höhere Mathematik " Thermodynamik Voraussetzung für (z.B. andere Module) " Aerodynamik I, II " Mathematische Strömungsmechanik I, II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Strömungsmechanik I • Höhere Mathematik • Thermodynamik Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Aerodynamik I, II • Mathematische Strömungsmechanik I, II
Literatur	• Fluidmechanik, W. Schröder • An introduction to fluid dynamics, G.K. Batchelor • Fluid Mechanics, F.M. White • Strömungslehre für den Maschinenbau; Siekmann • Applied Fluid Mechanics; R. L. Mott
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strömungsmechanik II (401433701)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strömungsmechanik II	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Strömungsmechanik II	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Strukturentwurf und Konstruktion (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011658
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung in die Entwurfsmethodik 1.1. Technische Aufgabenstellung: Zweck technischer Systeme; Methoden um Anforderungen abzuleiten und Anforderungslisten zu erstellen 1.2. Entwicklung technischer Konzepte: Funktionsstrukturen; Diskursive, heuristische und empirische Methoden der Problemlösung 1.3. Konzeptbewertung: Methoden um verschiedenen Möglichkeiten zu bewerten und auszuwählen 1.4. Regeln für die methodischen Auslegung: Design: Einfach, klar und sicher 1.5. Regeln für die methodischen Auslegung: Prinzip der Kraftübertragung, Prinzip der Aufgabenteilung, Prinzip der Selbsthilfe, Prinzip der Stabilität und Bi- Stabilität, Prinzip der fehlerfreien Auslegung. 1.6. Design nach X: Zulassen von Ausdehnungen, Zulassen von Kriechen und Relaxation, Erleichtern der Montage 2. Einführung in den Leichtbau 2.1. Grundlagen 2.1.1. Definitionen 2.1.2. Leichtbaudesign als Optimierungsaufgabe 2.1.3. Kosten 2.1.4. Auslegungsregeln von Leichtbaustrukturen 2.1.5. Statisch unbestimmte Systeme 2.2. Nichtlinearitäten 2.2.1. Material Nichtlinearitäten – plastischer Widerstand 2.2.2. Material Nichtlinearitäten – Kombinierte Belastung 2.2.3. Material Nichtlinearitäten – Balken aus Verbundwerkstoffen 2.3. Instabilität des Balkens 2.3.1. Kriterium zur Bewertung der Stabilität 2.3.2. Knicken/ Beulen 2.3.3. Die Eulerfälle 2.3.4. Imperfektionen 2.3.5. Einführung in das Biegedrillknicken und Kippen 2.4. Schub infolge Torsion und Querkraft 2.5. Grundlagen der Schubfeldtheorie 2.6. Sicherheit: Definition von Versagen und dem RF
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden lernen • Den Konstruktionsprozess nach VDI 2221 • Methoden zur Analyse von Funktionsstrukturen von Produkten • Methoden zum Bewerten und Auswählen verschiedener Varianten • Regeln, Prinzipien und Richtlinien für das methodische Entwickeln • Grundlegende Prinzipien um Strukturen hinsichtlich Ihres Leichtbaupotentials zu optimieren • Wie man Schnittgrößen für statisch unbestimmte System ermittelt • Die Berechnung von Schubspannungen für dünnwandige, geschlossene Querschnitte • Die strukturmechanische Berücksichtigung von Nichtlinearitäten • Die Berechnung von Stabilitätsphänomenen Fertigkeiten und Kompetenzen

	Die Studierenden (nach Belegung des Moduls): • Können technische Probleme und Aufgaben analysieren, Einschränkungen identifizieren und somit angemessene, technische Spezifikationen ausarbeiten • Haben ein umfassendes Verständnis des Produktentstehungsprozesses und können technische Problemstellungen mit den gelernten Auslegungsmethoden lösen • Wissen wie man Teillösungen systematisch analysiert, bewertet und kombiniert • Sind in der Lage grundlegende Regeln und Richtlinien für einen methodischen Entwurf anzuwenden um optimale Produkte im Hinblick auf deren Anforderungen zu entwickeln • Kennen die Besonderheiten von dünnwandigen Strukturen und sind in der Lage diese Auszulegen • Sind in der Lage Leichtbaustrukturen auf Konzeptebene auszulegen • Sind in der Lage Stabilitätsprobleme bei schlanken Strukturen zu identifizieren
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mechanik I, II, III " Maschinengestaltung I, II, III " CAD-Einführung
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Mechanik I, II, III • Maschinengestaltung I, II, III • CAD-Einführung
Literatur	• Pahl, G.; Beitz, W.: Engineering Design. Springer, 2007. • Roark, R. J., Young, W. C.: Formulas for Stress and Strain, McGraw-Hill, 1975. • Jones, R. M.: Mechanics of Composite Materials, McGraw-Hill, 1975. • Bruhn, E. F.: Analysis and Design of Flight Vehicles Structures. • Niu, M. C. Y.: Airframe Structural Design, Conmilit Press Ltd., 1988.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Georg Jacobs Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strukturentwurf und Konstruktion (401165801)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strukturentwurf und Konstruktion	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Strukturentwurf und Konstruktion	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Aerodynamik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011708
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Tragflügel in inkompressibler Strömung • Zum Begriff des induzierten Widerstands 2 • Ableitung des induzierten Widerstands und asymptotische Analyse des Einflusses des induzierten Widerstands 3 • Darstellung der Prandtschen Tragflügeltheorie • Ableitung der Fundamentalgleichung der Traglinientheorie • Diskussion der Bedeutung der elliptischen Zirkulationsverteilung 4 • Darstellung der Ansätze einer allgemeinen Zirkulationsverteilung • Diskussion der Bedeutung der Flügelzuspitzung und des Spannweitenverhältnisses 5 • Erweiterung der Traglinientheorie • Einführung und Diskussion der Tragflächentheorie • Diskussion der Vortex-Lattice Methoden 6 • Ähnlichkeitstheorie des Tragflügel und Grundlagen des Pfeilflügel 7 • Darstellung des Einflusses der Pfeilung auf den Widerstand und das Auftriebsverhalten 8 • Aerodynamik des Rumpfes in inkompressibler und kompressibler Strömung 9 • Aerodynamik der Flügel-Rumpf-Änderung in inkompressibler Strömung 10 • Aerodynamik der Flügel-Rumpf-Änderung in kompressibler Strömung 11 • Aerodynamik des Seitenleitwerks 12 • Aerodynamik der Ruder und der Klappen 13 • Einführung in die numerische Lösung der Euler- und Navier-Stokes Gleichungen • die räumliche und zeitliche Diskretisierung 14 • Numerische Lösung der Euler- und Navier-Stokes Gleichunen

	• Formulierung der Randbedingungen und iterative Lösung des diskreten Systems • explizite und implizite Lösungsverfahren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben tiefgehende Kenntnisse bzgl. der Wechselwirkung zwischen den Flugzeugkomponenten Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen : " Strömungsmechanik I, II " Aerodynamik I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): • Strömungsmechanik I, II • Aerodynamik I
Literatur	• Aerodynamik des Fluges I,II; H. Schlichting, E. Truckenbrodt • Fundamentals of Aerodynamics; J.D. Anderson
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Aerodynamik II (401170801)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Aerodynamik II	1. Semester	2. Semester	-	2

Vorlesung Aerodynamik	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Computational Contact Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012291
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Introduction • Course outline • Historical review • Overview of current research topics Rigid body contact and impact mechanics • Sticking and sliding contact • Momentum balance during impact Contact illustrated on a simple test case • Mathematical formulation of contact constraints • Overview of numerical contact algorithms Review of continuum mechanics • Tensor algebra and analysis • Kinematics, balance laws and constitution • Energy methods Analytical contact mechanics • Half-space theory • Hertzian contact and the JKR theory • Elastic foundation approach The contact boundary value problem • Contact equilibrium • Strong form and weak form statements Contact kinematics • Normal contact • Tangential contact Contact constitution • Normal contact: repulsion and adhesion • Tangential contact: sticking and sliding Review of finite element methods • Finite element discretization • Solution strategies • Consistent linearization Contact discretization: Frictionless contact with a rigid body • Penalty method • Lagrange multiplier method • Augmented Lagrange multiplier method Contact discretization: Frictional contact with a rigid body • Slip criterion • Evolution law • Predictor-corrector algorithm

	Contact discretization: Contact between deformable bodies • General formulation • Contact linearization • Segment to segment formulations Contact algorithms • Global contact search • Local contact search Multiscale contact • Nanoscale contact • Multiscale methods Advanced topics in contact mechanics • Thermo-mechanical contact • Rolling contact • Cohesive zone modeling
Lernziele/Lernergebnisse	• The students have clear knowledge of the foundations and methods of contact mechanics • The students understand the mechanisms governing contact, friction and adhesion • The students can identify the various contact formulations used in commercial finite element packages and know their advantages and disadvantages • The students understand the difficulties of complex contact simulations • The students are capable of deriving and implementing the basic finite element relations for general contact problems.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Continuum Mechanics " Finite Element Methods
(empfohlene) Voraussetzungen	recommended: • a course on Continuum Mechanics • a course on Finite Element Methods
Literatur	• Wriggers, P.: Computational Contact Mechanics, 2nd Ed., Springer, 2006 • Johnson, K.L.: Contact Mechanics, Cambridge University Press, 1985 • Persson, B.N.J.: Sliding Friction, 2nd Ed., Springer, 2007 • Laursen, T.A.: Computational Contact and Impact Mechanics, Springer, 2002 • Goldsmith, W.: The Theory and Physical Behaviour of Colliding Solids, Dover, 2001 • Wriggers, P.: Nonlinear Finite Element Methods, Springer, 2008
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Oral exam (50%) and two papers (50%)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor ;Dr.-Ing. (RUS) ;Mikhail Itskov
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computational Contact Mechanics (401229101)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Computational Contact Mechanics	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Computational Contact Mechanics	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Strömungs- und Temperaturgrenzschichten (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011687
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Darstellung der Zustandsgrößen und Transportgrößen • phänomenologische Beschreibung von Grenzschichten 2 • Diskussion der Theorie asymptotischer Näherungen und Herleitung der Grenzschichtgleichunen nullter und höherer Ordnung 3 • Exakte Lösungen der Grenzschichtgleichungen 4 • Ableitung des Integralverfahrens von von Karman und Polhhausen 5 • Einführung in die Theorie turbulenter Strömung; über isotrope, homogene und Scherturbulenz 6 • Hydrodynamische Instabilität und laminar-turbulenter Umschlag • Diskussion der Lösung der Orr-Sommerfeld Gleichung 7 • Ableitung der Reynoldschen Gleichungen und Diskussion der Transportgleichungen 8 • Diskussion der turbulenten Längenmaße und der Energiekaskade • Grenzschichtabschätzung der Transportgleichungen 9 • Vorstellung halbempirischer Berechnungsmethoden auf der Basis der Transportgleichungen 10 • Laminare Temperaturgrenzschichten • Grenzschichtgleichungen bei erzwungener Konvektion für kompressible und inkompressible Fluide 11 • Exakte Lösung für den Wäremübergang an der ebenen Platte • Näherungslösung für den Wärmeübergang für Pr > 1 12 • Näherungslösung für den Wärmeübergang für Pr << 1 und ähnliche Lösungen 13 • Ableitung der Grenzschichtgleichungen bei freier Konvektion • exakte Lösung an der senkrechten Platte 14 • Näherungslösung der Strömungs- und Temperaturgrenzschicht an der senkrechten Platte
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben umfangreiche Kenntnisse auf dem Gebiet der Analyse reibungsbehafteter Strömungen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I, II " Mathematik " Thermodynamik Voraussetzung für: " Turbulente Strömungen
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Strömungsmechanik I, II • Mathematik • Thermodynamik Voraussetzung für: • Turbulente Strömungen
Literatur	• Grenzschichttheorie, H. Schlichting • Turbulent Flows,; Pope • A first course in turbulence; Tennekes, Lumley
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strömungs- und Temperaturgrenzschichten (401168701)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strömungs- und Temperaturgrenzschichten	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Strukturdynamik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014378
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Schwingungsfähige Systeme und ihre Problemstellungen: • Einleitung 2 • Das Feder-Masse Dämpfer-System mit einem Freiheitsgrad: • Federtypen • Dämpfungsarten • Masse 3 • Freie Schwingungen: • Aufstellung der homogenen Differentialgleichung (DGL) • Energiemethode • Lösung der homogenen DGL 4 • Wurzelortskurvendarstellung • Das logarithmische Dekrement 5 • Antwort auf eine Krafterregung bekannter Zeitabhängigkeit: • Erregungen • analytische Lösung der DGL • Phasenebenmethode • Antwort im Zeitbereich • Runge-Kutta-Verfahren 6 • Antwort auf eine Wegerregung 7 • Antwort auf einfache Stoßprofile: • Rampe • Halbsinus 8 • Fußpunkterregung • Kraft-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsstoß 9 • Periodische Krafterregung, viskös gedämpft: • Aufstellung der inhomogenen DGL • Lösung der inhomogenen DGL 10 • Brandbreite eines Resonators • Die komplexe Steifigkeit • Leistungsaufnahme der gedämpften periodischen Schwingung

	11 • Periodische Amplitudenerregung, viskös gedämpft • Aufstellung der inhomogenen DGL • Rückführung auf die periodische Krafterregung 12 • Stochastische Vorgänge 13 • Nichtlineare Schwingungen 14 • Das System mit zwei Freiheitsgraden: • Die Lagrangeschen Gleichungen • Eigenfrequenzbestimmung 15 • Tilgung • Gegenschwinger mit Dämpfung
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen • Die Studierenden sind in der Lage die mathematische Formulierung des linearen Feder-Masse-Dämpfer-Systems mit einem und zwei Freiheitgrade unter unterschiedlichen deterministischen Erregerfunktionen darzustellen. • Sie können die Strukturparameter (Frequenz, Schwingungsformen und Dämpfung) ermitteln und können auf der Basis analytischer Methoden sowie Näherungsmethoden die Strukturantwort berechnen (deterministische Betrachtungsweise). • Sie kennen Grundlagen der statistischen Methoden zur Beschreibung stochastischer Vorgänge (probabilistische Betrachtungsweise). • Die Studierenden sind fähig, nichtlineare Effekte in den Bewegungsgleichungen einzubinden und auf der Basis von Näherungsmethoden die Strukturantwort zu berechnen. • Die Studierenden sind fähig aud der Basis der übermittelten Grundlagen und Erkenntnisse verallgemeinerte strukturdynamische Probleme theoretisch zu modellieren und zu lösen. Fertigkeiten und Kompetenzen • keine Sonstiges (fakultativ) • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und die daraus ermittelten Ergebnisse ingenieurmäßig zu bewerten (Methodenkompetenz) • Im Rahmen der Übung werden Ergebnisse aus schon berechneten Beispielen vorgestellt deren technische Interpretation im Rahmen eines Dialogs kollektiv erfolgt wird (Teamarbeit).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strukturdynamik I (401437801)	1. Semester	2. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Strukturdynamik I	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Strukturdynamik I	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Strukturdynamik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014356
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Das System mit vielen Freiheitsgraden • Einleitung • Bewegungsgleichungen in Matrixschreibweise 2 • Eigenschwingungen diskreter Systeme: • "Lumped-Mass-Model" 3 • Die modale Analyse bei ungedämpften Systemen • Die dynamische Matrix: • des gebundenen Systems 4 • des frei-freien Längsschwingers 5 • des frei-freien Biegeschwingers 6 • Die Lösung des Eigenwertproblems • Orthogonalität der Eigenvektoren 7 • Entkopplung der Bewegungsgleichungen • Generalisierung 8 • Modalanalyse der gedämpften Schwingung 9 • Eigenschwingungen kontinuierlicher Systeme • Einleitung • Eigenschwingung eines gleichmäßigen Balkens mit verschiedenen Randbedingungen 10 • Klassische Methoden zur Bestimmung der Eigenfrequenzen und -formen • Einleitung • Rayleigh-Galerkin 11 • Dunkerley • Holzer 12 • Stodola • Myklestead • Duncan

	13 • Southwell • Antwort auf eine Krafterregung bekannter Zeitabhängigkeit: • Die Methode von D. Williams 14 • Periodische Erregung des Systems mit vielen Freiheitsgraden: • Sine-Sweep-Test 15 • Stochastische Erregung des kontinuierlichen Systems: • Random-Test
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen • Die Studierenden sind in der Lage die mathematische Formulierung der Bewegungsgleichungen von diskreten und kontinuielrlichen Systemen zu erstellen. Sie können auf der Basis von analytischen und näherungsbedingten Lösungsansätzen die dynamischen Strukturparameter (modale Frequenz, Schwingungsformen) sowie die Strukturreaktionen im Frequenz- und Zeitbereich einfacher Schwingungssysteme ermitteln. • Sie kennen die mathematische Bedeutung und die Vorgehensweise bei der Diskretisierung, Idealisierung und Lösung der Differentiallgleichungssysteme kontinuumsmechanischer Strukturen (Modale Analyse). Sie können allgemeine Problemstelungen von Systemen mit vielen Freiheitsgraden durch die Rückführung auf ein System mit einem Freiheitsgrad bewältigen. • Sie kennen klassische Methoden (Vor-/Nachteile, Gültigkeitsrandbedingungen) sowie ihre rechnerische Umsetzung bei der Ermittlung von Eigenfrequenzen- und -formen. • Die Studierenden kennen Grundlagen der experimentellen Qualifikation von Strukturen • Die Studierenden sind fähig auf der Basis der übermittelten Grundlagen und Erkenntnisse verallgemeinerte strukturdynamische Probleme theoretisch zu modellieren und zu lösen. Darüber hinaus sie kennen Methoden der experimentellen Strukturqualifikation und können experimentelle Ergebnisse interpretieren. Fähigkeiten und Kompetenzen • Im Rahmen der Vorlesung werden Ergebnisse aus schon berechneten Beispielen vorgestellt. Ihre ingenieurmäßige Interpretation wird im Rahmen eines Dialogs kollektiv zugrunde gelegt (Teamarbeit) Sonstiges (fakultativ) • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Technische Mechanik I, II, III " Grundlagen der Finite-Elemente-Methode
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Technische Mechanik I, II, III • Grundlagen der Finite-Elemente-Methode
Literatur	Skript mit Theorie und ausgewählten Übungsbeispielen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strukturdynamik II (401435601)	2. Semester	1. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strukturdynamik II	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Strukturdynamik II	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013307
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Ergonomie der Mensch-Maschine-Systeme • Arbeitsssicherheit, -schutz, Gesundheitsförderung, Wirtschaftlichkeit • Technisierung (Mechanisierung, Automatisierung) 2 • Ergonomie in der Produktion • heutige Methoden der Ergonomie im Produktionsbereich • physiologische Arbeitsgestaltung 3 • Ergonomische Gestaltung von Büroarbeit • heutige Methoden der Ergonomie bei Büroarbeitsplätzen • unter Berücksichtigung maßgeblicher Arbeitsumgeungsfaktoren 4 • Ergonomische Systemanalyse I • Systemtechnische Modellierung von Arbeitssystemen (Grundlagen, Werkzeuge) 5 • Ergonomische Systemanalyse II • Ergonomische Systembewertung und ergonomisch-systemtechnische Gestaltung • Anforderungs-, Aufgaben, Tätigkeitsanalyse, Requirements Engineering 6 • Menschliche Informationsverarbeitung I • Wahrnehmungsphysiologie, -psychologie • Menschlicher Informationsverarbeitungsprozess 7 • Menschliche Informationsverarbeitung II • Der Mensch als Regler mit Bezug zur Fahrzeug- und Prozessführung 8 • Mensch-Maschine-Interaktion I • Mensch-Maschine-Schnittstellen • Mensch-Rechner-Interaktion und Mensch-Roboter-Interaktion 9 • Mensch-Maschine-Interaktion II • Aufgaben- und benutzergerechte Softwaregestaltung • Software-Ergonomie und Usability Engineering 10 • Cognitive Engineering I • Modelle und Taxonomien menschlichen Verhaltens 11 • Cognitive Engineering II

	• Menschliche Zuverlässigkeit 12 • Cognitive Engineering III • Kognitive Modellierung • kognitive Automation, Assistenzsysteme 13 • Interaktionstechnologien I • Virtual Reality - Grundlagen und Anwendungen in Arbeitssystemen 14 • Interaktionstechnologien II • Augmented Reality - Grundlagen und Anwendungen in Arbeitssystemen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden können die Ziele einer ergonomischen Systemgestaltung in einer sich ändernden Arbeitswelt nachvollziehen. • Die Studierenden kennen Gestaltungsfelder der Ergonomie in heutigen Arbeitssystemen. • Die Studierenden können die ergonomische Relevanz neuer Geräte und Verfahren bewerten und kennen grundlegende Methoden zur ergonomischen Gestaltung und Bewertung. • Die Studierenden können die Rolle des Menschen in Arbeitssystemen analysieren und Möglichkeiten zur (rechnergestützten) Unterstützung aufzeigen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz). • Ferner erfolgt die Arbeit in der Übung auch in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit). • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern (Präsentation).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Verena Nitsch
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme (401330701)	2. Semester	1. Semester	3	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Einführung in die Arbeitswissenschaft (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014425
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Inhalte der Vorlesung „Industrial Engineering“ sind z.B.: • Gegenstand und Entwicklung des Industrial Engineering • Modelle und Methoden des Industrial Engineering • Arbeitsorganisation im Produktionsunternehmen • Aufgabenanalyse und -synthese • Modellierung von Arbeitsprozessen • REFA-Ablaufarten und -Zeitarten bezogen auf Mensch, Arbeitsgegenstand und Betriebsmittel • Bestimmung der Auftragszeit (Methoden der REFA-Zeitaufnahme und des Multimomentverfahrens • Grundlagen der sequenzanalytischen Zeitmodellierung von Arbeitsabläufen (Systeme vorbestimmter Zeiten) • Entwicklung, Inhalte und Anwendung von MTM • Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit • Produkt- und Produktionsergonomie • Ergonomische Gestaltung von Computerarbeit • Motivation und Entgeltgestaltung
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studierenden kennen und verstehen Gegenstand, Entwicklung und Trends des Industrial Engineering. Sie kennen die Formen der Arbeitsorganisation sowie wichtige Gestaltungsgrundsätze und können eine betriebliche Umsetzung arbeitsorganisatorischer Konzepte planen. • Den Studierenden sind Grundlagen der Arbeitsprozessmodellierung bekannt. Sie können Arbeitsprozesse modellieren und kennen Voraussetzungen und Möglichkeiten der Prozesssimulation. Sie können die Merkmale von Ablauf- und Zeitarten voneinander unterscheiden und sind in der Lage, die Zeit für eine Auftragsbearbeitung zu berechnen. Ihnen sind wesentliche Merkmale und Anwendungsgebiete analytischer und statistischer Methoden der Zeitwirtschaft bekannt und sie können diese Methoden anwenden. • Die Studierenden kennen ergonomische Gestaltungsgrundsätze von Produktionsarbeitsplätzen und können die Planung eines Produktionsarbeitsplatzes vornehmen. Sie sind in der Lage, Mensch-Maschine Schnittstellen nach ergonomischen Prinzipien zu gestalten. Sie kennen wichtige Komponenten von manuellen Montagesystemen und können ein einfaches Montagesystem selbstständig planen. • Die Studierenden wissen, wie MTM-Analysiersysteme aufgebaut sind, welche Methoden der Zeitdatenermittlung in indirekten Bereichen zur Anwendung kommen können. Ihnen sind unterschiedliche Arbeitszeit- und Entgeltsysteme bekannt. Sie können anhand von vorgegebenen Szenarien beurteilen, welche Entgeltsysteme Anwendung finden sollten. • Die Studierenden können die Ziele einer ergonomischen Systemgestaltung in einer sich ändernden Arbeitswelt nachvollziehen. Die Studierenden kennen Gestaltungsfelder der Ergonomie in heutigen Arbeitssystemen. Sie können die ergonomische Relevanz neuer Geräte und Verfahren bewerten und kennen grundlegende Methoden zur ergonomischen Gestaltung und Bewertung. Sie können die Rolle des Menschen in Arbeitssystemen analysieren und Möglichkeiten zur (rechnergestützten) Unterstützung aufzeigen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-

(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Skript zur Vorlesung und Übung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Verena Nitsch
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Einführung in die Arbeitswissenschaft (401442501)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in die Arbeitswissenschaft	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Einführung in die Arbeitswissenschaft	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Messtechnik und Qualität (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014291
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung: • Bedeutung der Messtechnik für die Qualitätssicherung und ihre Einbindung in Produktionsprozesse 2 • Messtechnische Grundlagen: • Messtechnische Grundbegriffe (Kalibrierung, Messunsicherheit etc) und Messtechnikkonzepte. 3 • Koordinatenmesstechnik: • Prinzipien, Bauformen und Anwendung von Koordinatenmessgeräten. 4 • Form- und Oberflächenprüftechnik: • Taktile und optische Messverfahren zur Erfassung von Bauteilform- und Oberfläche, Oberflächenkennzahlen. 5 • Lehrende Prüfung: • Form- und Lagelehrung, Arten und Einsatzmöglichkeiten der lehrenden Prüfung. 6 • Messverfahren und Messsysteme: • Gängige Prüfmittel in Fertigungseinsatz. Funktionsweise und Einsatzgebiete pneumatischer, induktiver und kapazitiver Sensoren. 7 • Tolerierung: • Form- und Lagetoleranzen. Tolerierungsarten und -grundsätze. 8 • Prüfplanung: • Aufgaben und Ablauf der Prüfplanung. Prüfmerkmalsfestlegung, Prüfplanerstellung. 9 • Statistische Grundlagen: • Kenngrößen zur Beschreibung von prozessen. Tests auf Normalverteilung. 10 • SPC, Fähigkeit: • Statistische Prüfung von Bauteilserien zur Prozessregelung. Bestimmung von Prozessfähigkeitsindizes. 11 • Prüfmittelmanagement: • Aufgaben des Prüfmittelmanagements. Rückführung von Messsystemen. 12 • Messunsicherheitsnanlyse:

	• Vorgehensweise nach GUM, VDA 5, Messsystemanalyse nach QS9000. Bestimmung der Messmittelfähigkeit. 13 • Qualitätsmanagement während des Feldeinsatzes I: • Fehlermanagement, Clearing Stelle, Fehlerabstellprozess, 8D-Report. 14 • Qualitätsmanagement während des Feldeinsatzes II: • Felddatenauswertung, Weibull-Analyse. Isochronen-Diagramm, MIS-Diagramme etc. 15 • Qualität und Recht: • Die Haftung beim Kaufvertrag, Garantie, Außenvertragliche Haftung und Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz (PHG), Deliktische Haftung und spezielle Haftungsregelungen etc.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Diese Vorlesung soll die Bedeutung der Messtechnik zur Beschreibung der Produktqualität sowie zur Beherrschung von Fertigungsprozessen aufzeigen. • Den Studierenden soll ein grundlegendes Verständnis der messtechnischen Zusammenhänge und Konzepte in der Produktion vermittelt werden. • Neben der Vorlesung physikalischer Messprinzipien und deren praktischer Anwendung in modernen Messsystemen, werden daher ebenfalls organisatorische und methodische Aspekte der Messtechnik erläutert. • Durch die aktive Teilnahme an dieser Vorlesung lernt der Studierende, dass das "Messen" mehr umfasst, als die reine Messdatenaufnahme und erlangt so das Bewusstsein, dass die Messtechnik ein integraler Bestandteil moderner Produktionsprozesse ist. • Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage Maßnahmen zur Überwachung der in Betrieb befindlichen Produkte zu ergreifen. • Die Studierenden kennen die rechtlichen Grundlagen der Produkthaftung. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Methodische Abstraktion und Lösungsfindung • Systematisch-analytisches Vorgehen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Qualitäts- und Personalmanagement " Mess- und Regelungstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Qualitäts- und Personalmanagement • Mess- und Regelungstechnik
Literatur	• Pfeifer, T., Schmitt, R.: Fertigungsmesstechnik; Oldenbourg 2001 • Schmitt, R., Pfeifer, T.: Qualitätsmanagement; Strategien - Methoden - Techniken; Hanser 2010
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Messtechnik und Qualität (401429101)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Messtechnik und Qualität	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Methoden im Qualitätsmanagement (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012557
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung • Prozess- und Produktqualität • Produktionsfluss, In-Line and Off-Line Qualitätssicherung 2 • Festlegung der Prüfmerkmale • Maßnahmen der Organisationsgestaltung • Tolerierung, TKSA 3 • Prüfplanung I • Einbindung in die Organisation • Prüfplan 4 • Prüfplanung II • FMEA und Prüfplanerstellung • APQP 5 • Messmittelauswahl I • Faktoren zur Auswahl von Messmitteln, z.B. Fähigkeit, Kosten, Flexibilität 6 • Messmittelauswahl II • IDENT 7 • Messmittelmanagement I • Messmittelbereitstellungskosten • Anzahl der Messmittel, Messmittelverfügbarkeit 8 • Messmittelmanagement II • Messmittelüberwachung: Wartung und Reparatur bzw. Kalibrierung In-House oder Fremdvergabe 9 • Statistische Methoden in der Fertigungsmesstechnik I • Grundlagen und Begriffe der Statistik • Bestimmung eines Prüfumfanges, Berechnung des Konfidenzintervalls 10 • Statistische Methoden in der Fertigungsmesstechnik II • Regressionsanalysen • Statistische Testverfahren 11 • Messdatenauswertung

	• Statistische Werkzeuge für die Prozessregelung 12 • Rückführbarkeit von Messergebnissen • VDA 5 13 • Qualitätssicherung im Qualitätsmanagement • Organisationsschnittstellen • Datentransfer 14 • Produktionslogistik und Prüfkosten I • Lager- und Transportkosten • Prüfort und Prüfumfang im Wertstrom 15 • Produktionslogistik und Prüfkosten II • Erhebung, Analyse und Layout
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen den Stand der Wissenschaft bezüglich Qualitätssicherungsmethoden. • Sie können die bestehenden Methoden und den jeweils erforderlichen organisatorischen Rahmen im Zusammenspiel bewerten. • Sie sind befähigt den wissenschaftlichen Hintergrund der Elemente der Qualitätssicherung zu analysieren und weiterzudenken. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Systematisch-analytisches Vorgehen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Methoden im Qualitätsmanagement (401255701)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Methoden im Qualitätsmanagement	1. Semester	2. Semester	-	4
Zertifikat DGQ Quality System Manager Junior	1. Semester	2. Semester	-	0

Modultitel	Optische Messtechnik und Bildverarbeitung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011662
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung • Grundbegriffe der Messtechnik • Grundlagen der Strahlenoptik 2 • Grundlagen der Wellenoptik • Lasersysteme • Messunsicherheit, Fehlerarten 3 • Triangulationsbasierte Verfahren • Streifenprojektion • Lichtschnittsensor 4 • Fokusbasierte Verfahren • Fokusabstandsensoren • Konfokale Mikroskopie 5 • Interferometrie I • Grundlagen • Ausführungen 6 • Interferometrie II • Anwendungsbereiche 7 • Faseroptische Messtechnik • Grundlagen der Faseroptik • Anwendungen 8 • Tomografie I • Prinzip • Anwendung 9 • Tomografie II • Algorithmik • Filterung 10 • Bildverarbeitungssysteme • Komponenten eines BV Systems • CCD und CMOS Sensoren

	11 • Beleuchtungskomponenten • Leuchtmittel • Beleuchtungstypen 12 • Faltung und Filter • Median-, und MW-Filter • Diskrete Faltung 13 • Segmentierung: • Pixelorientierte Verfahren • Modell- und Texturorientierte Verfahren 14 • Merkmalserkennung • Kantendetektoren • Bloberkennung 15 • Klassifikation • Merkmalsraum • Neuronale Netze
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Der Studierende erwirbt Kenntnisse der Optik • Der Studierende erwibt Kenntnisse der Messtechnik • Der Studierende kennt die Vielzahl eingesetzter optischer Messmittel und kann deren Vor-, Nachteile und Einsatzgebiete nennen • Der Studierende bekommt einen Überblick über Algorithmen, um Daten von optischen Systemen auszuwerten • Der Studierende erwirbt Kenntnisse der Signalverarbeitung im Labor (angewandt) Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Im Labor müssen Aufgaben als Team gelöst werden
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Physik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Physik
Literatur	• Pfeifer, T.: Fertigungsmesstechnik; R. Oldenburg Verlag, München, 2001 • Jähne, B.: Digitale Bildverarbeitung; Springer Verlag, Berlin, 2005 • Umdruck
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Optische Messtechnik und Bildverarbeitung (401166201)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Optische Messtechnik und Bildverarbeitung	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Optische Messtechnik und Bildverarbeitung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Qualitäts- und Projektmanagement (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010867
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführungsvorlesung: • Motivation der Vorlesung • Lerneinheiten und Lernziele im Überblick • Organisatorisches 2 • Qualitätsmanagement als Unternehmensparadigma: • Unternehmerisches Qualitätsverständnis • Aachener Qualitätsmanagementmodell 3 • Grundbedingungen des modernen Qualitätsmanagements: Grundlagen von Qualitätsmanagementsystemen • Kaizen, • PDCA • EFQM, etc. 4 • Problemlösungstechniken des Qualitätsmanagements: • Problemarten, • Datenerhebung, • Methoden der Problemlösung, etc. 5 • Präventive Methoden des Qualitätsmanagements: • QFD, • FMEA, • Quality • Gates, etc. 6 • Einsatz statistischer Methoden im Qualitätsmanagement: • Normalverteilung, • Korrelationsanalyse, etc. 7 • Six Sigma: Vom Methodenbaukasten zum integrierten Verbesserungsmanagement: • Grundlagen Six Sigma, • DMAIC-Zyklus, • SIPOC, • Project-Charter, etc. 8 • Einführung in das Projektmanagement: • Eigenschaften von Projekten mit Bezug auf Mensch, Technik und Organisation • Projektarten • Beispielhafte Großprojekte aus Forschung und Entwicklung

9
• Projektorganisation:
• Unterschiedliche Formen der Projektorganisation
• Vor- und Nachteile der Projektorganisationsformen
• Vorgehensmodelle im Projektmanagement

10
• Methoden des Projektmanagements I:
• Objekt-, funktions- und gemischtorientierter Projektstrukturplan
• Standard-Projektstrukturplan
• Zuständigkeitsmatrix
• Ablauf- und Terminplanung, insb. Zeitbandmodelle

11
• Methoden des Projektmanagements II:
• Graphentheoretische Elemente, Relationen und Begriffe zur Darstellung von Netzplänen #
• Critical Path Metod (CPM)
• Metr-Potential-Methode (MPM)

12
• Projektcontrolling:
• Organisatorische Eingliederung in die Aufbauorganisation
• Portofolio-Technik und Meilensteintrendanalyse
• Grundzüge des Earned Value Management

13
• Teamarbeit in Projekten:
• Merkmale und Formen von Gruppen- und Teamarbeit
• Charakteristika von Projektteams am Beispiel von Concurrent Engineering Teams
• Rollen, Aufgaben und Anforderungen in Projektteams

Lernziele/Lernergebnisse

Fachbezogen:

- Die Studierenden kennen die Ziele des Qualitätsmanagements hinsichtlich der Qualität von Produkten und der Effizienz und Effektivität von Prozessen in Unternehmen.
- Sie erlernen die Bedeutung zur Einführung von Qualitätsmanagementsystemen in das unternehmerische Umfeld und erkennen dabei erforderlichen Maßnahmen, Mitarbeiter aktiv in die Umsetzung einzubinden.
- Es wird ein Überblick über die Grundbedingungen eines modernen Qualitätsmanagements vermittelt, indem Qualitätsprogramme und Qualitätsmanagementsysteme thematisiert werden.
- Die Studierenden kennen wesentliche Methoden sowie Techniken der Problemlösung und verstehen die Abhängigkeiten zwischen diesen darzustellen.
- Die Studierenden sind vertraut mit den entscheidenden präventiven Methoden des Qualitätsmanagements (u.a. QFD, FMEA).
- Sie sind in der Lage, wichtige unternehmerische Entscheidungen basiert auf grundlegenden, relevanten statistischen Methoden zu treffen.
- Sie verstehen es, grundlegende Methoden aus dem Methodenumfang des Qualitätsmanagements systematisch-strukturiert im Rahmen von Verbesserungsprojekten anzuwenden.
- Die Studierenden sind mit grundlegenden Inhalten und Definitionen des Projektmanagements vertraut. Sie sind in der Lage, anhand charakteristischer Merkmale verschiedene Projektarten zu beschreiben und zu differenzieren.
- Die Studierenden können unterschiedliche Formen der Projektorganisation abgrenzen und kennen die Integration in die Primärorganisation im Unternehmen. Zudem sind sie in der Lage Phasenmodelle bzw. Vorgehensmodelle für unterschiedliche Projektarten zu beschreiben und verschiedenen Projektformen zuzuordnen.
- Die Studierenden kennen Objekt- und Funktionsprinzip zur Projektstrukturierung und können mit ihnen Projekte gliedern. Somit sind sie in der Lage, ausgehend von einer Projektdefinition einen Projektstrukturplan und damit auch eine modellhafte Abbildung eines Projektes zu erzeugen.
- Die Studierenden kennen grundlegende deterministische Methoden der Netzplantechnik. Mit Hilfe dieser Methoden sind sie in der Lage, eine Zeitplanung für Projekte durchzuführen und den kritischen Pfad eines Projektes zu ermitteln.
- Die Studierenden können eine organisatorische Eingliederung des Projektcontrollings in Projektorganisationsformen vornehmen. Zudem kennen sie die Aufgaben des Projektcontrollings in den unterschiedlichen Projektphasen (insb. Projektplanung, -überwachung und -steuerung). Zudem können die Studierenden als grundlegende Methodik des Projektcontrollings das Earned Value Management anwenden.
- Die Studierenden sind in der Lage, Projektteams anhand von Merkmalen zu charakterisieren und von anderen Gruppenarbeitsformen abzugrenzen. Sie kennen die Bedeutung von „weichen“ Faktoren für

	den Team- bzw. Projekterfolg, können wesentliche Einflussfaktoren benennen und Zusammenhänge aufzeigen. Nicht fachbezogen: - Einordnung von Soft-Skills in betriebliche Abläufe. - Systematische Analyse von Praxisfällen und eigenständige Erarbeitung von Lösungs- oder Verbesserungsvorschlägen (Methodenkompetenz).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Kommunikation und Organisationsentwicklung. " Managementgrundlagen für Ingenieure.
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Kommunikation und Organisationsentwicklung. • Managementgrundlagen für Ingenieure.
Literatur	Vorlesungsumdruck.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Qualitäts- und Projektmanagement (401086701)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Qualitäts- und Projektmanagement	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Qualitäts- und Projektmanagement	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Aerodynamik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014336
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 Ableitung der Sätze von Kutta-Zhukhovski, Thomson, Helmholtz 2 Ableitung und Diskussion des Biot-Savartschen Gesetzes und des Wirbelsatzes von Crocco 3 Ableitung der kompressiblen linearisierten Potentialgleichung 4 Darstellung der Ähnlichkeitsgesetze nach Prandtl-Glauert, von Karman und Tsien für den sub-, trans-, super- und hypersonischen Strömungsbereich 5 Diskussion der Geometrie des Tragflügels und der Profilsystematik 6 Diskussion der Berechnung der aerodynamischen Kräfte, Momente und Koeffizienten und der Referenzsysteme 7 Diskussion der Bewegungen des Flugzeugs und der klassischen funktionalen Abhängigkeiten der Auftriebs-, Widerstands- und Momentenbeiwerte vom Anstellwinkel 8 Einführung in die Methode der konformen Abbildung 9 Methode der konformen Abbildung für die angestellte ebene Platte und das symmetrische Zhukhovski Profil 10 Darstellung der Panelverfahren: Einführung in die Tropfentheorie 11 Darstellung der Panelverfahren: Einführung in die Skeletttheorie 12 Ableitung der fundamentalen Gleichung der Theorie dünner Profile 13 Darstellung der Normalverteilung von Birnbaum und Ackermann; Darstellung des Panelverfahrens für Profile endlicher Dicke mit Auftrieb 14 Darstellung des Einflusses der Reibung auf die Profileigenschaften
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten beherrschen die aerodynamische Auslegung von Flugzeugkomponenten. • Sie können die notwendigen mathematischen Grundlagen problemspezifisch auswählen und anwenden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) - Strömungsmechanik I, II Empfohlene Voraussetzungen: - Höhere Mathematik Voraussetzung für (z.B. andere Module) - Aerodynamik II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Strömungsmechanik I, II • Höhere Mathematik Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Aerodynamik II
Literatur	• Aerodynamik des Fluges I,II, H. Schlichting, E. Truckenbrodt• Fundamentals of Aerodynamics, J.D. Anderson
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Aerodynamik I (401433601)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Aerodynamik I	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Aerodynamik I	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Biologische und Medizinische Strömungstechnik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011555
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: Transportvorgänge im menschlichen Körper (Austausch der Atemgase, Aufnahme von Nährstoffen und Wasser, Pfortader & Lymphe), Ausscheidung urinpflichtiger Substanzen, Blutkreislauf) 2 • Einführung: Transportvorgänge in medizintechnischen Systemen, Aufgaben der Strömungsmechanik in der Medizin 3 • Blut als Transportmedium: Aufgaben, Zusammensetzung und Verteilung, rote Blutkörperchen (RBC), roter Blutfarbstoff, Membran der roten Blutkörperchen, Abbau der Erythrozyten 4 • Rheologie des Blutes: Definitionen, Fliessverhalten von Suspensionen, Blut als Suspension flexibler Teilchen 5 • Viskosität des Blutes: Methoden der Viskositätsmessung (Kugelfallvikosimeter, Kapillarviskosimeter für Newtonische und Nicht-Newtonische Fluide, Kegel-Platte-Viskosimeter, Couette-Viskosimeter) 6 • Viskositätsmodelle für Blutplasma und Vollblut: Copley, Chmiel, Casson, Merville & Pelletier 7 • Einflüsse auf die Zähigkeit des Blutes: Experimentelle Beobachtungen, physiologische Bedeutung des Fafraeus-Lindquist-Effekts 8 • Blutströmung: Einfluss des Kapillardurchmessers, pathophysiologische Einflüsse auf die Viskosität des Bluts 9 • Blutschädigung, Hämolyse: Allgemeine Anmerkungen, strömungsbedingte Hämolyse, Beobachtung bei medizinischen Systemen, Messung der Hämolyse 10 • Blutschädigung, Hämolyse: Untersuchung zur Hämolyse in Drosselorganen, Untersuchungen zum Einfluss des statischen Druckes, Untersuchung zum Einfluss von Schubspannungen 11 • Blutschädigung, Hämolyse: Geschichtlicher Rückblick, experimentelle Ermittlung des Einflusses von Schubspannungshöhe und Belastungsdauer auf Erythrozyten, sub-letale Schädigung roter Blutkörperchen 12 • Das Herz-Kreislaufsystem: Aufgabe und Anatomie des Herzens, Volumen- und Druckverläufe im Herzen während der Herzaktion 13 • Das Herz-Kreislaufsystem: Wichtige Herzgrößen und Normalwerte, Regelmechanismen des Herzens, Frank-Sterling-Mechanismus 14 • Das Herz-Kreislaufsystem: Das p-V-Diagramm des Herzens, Anatomie und Biophysik des Gefäßsystems
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten kennen und verstehen die Grundlagen biologischer und medizinscher Strömungen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I/II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Strömungsmechanik I/II
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder

ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Biologische und Medizinische Strömungstechnik I (401155501)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Biologische und Medizinische Strömungstechnik I	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Biologische und Medizinische Strömungstechnik I	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Biologische und Medizinische Strömungstechnik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011690
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: Strömungstechnik in Medizin und Biologie 2 • Mathematische Modelle zur Strömungssimulation durchströmter Systeme der Biologie: Das gesunde menschliche Herz 3 • Technische Modelle zur Strömungssimulation in Biologie und Medizin: Zweck, Ähnlichkeitsregeln, Vorgaben (Anatomie, Physiologie, technische Vorgaben) 4 • Messverfahren: Druckmessungen, Particle-Image Velocimetry, Strömungssichtbarmachung 5 • Strömung in elastischen Gefäßen: Grundgleichungen, Ausbreitung von Druckwellen 6 • Atemkreislauf: Grundlagen, Bestandteile, Nase (Aufbau, Funktion, Aufgaben, Strömungsfeld in der Nasenhöhle) 7 • Atemkreislauf: Aufgaben und Funktion der Lunge (physikalische und physiologische Beschreibung), Austauschmechanismus (Diffusion und Konvektion) 8 • Atemkreislauf: Druck-Volumen-Diagramm der Lunge, Strömungsstrukturen in der Lunge, Verzweigungsströmung 9 • Medizinischer Funktions- und Organersatz: Einleitung, Definitionen, Oxygenatoren (Funktion, Typen, Grundgleichungen) 10 • Strömungsfragen und Lösungen zum medizinischen Funktions- und Organersatz: Herzklappen, Herzunterstützung, Herzersatz 11 • Qualitätssicherung Medizinprodukten: Grundlagen, Methoden, Zertifizierung, Mess- und Prüftechnik 12 • Biologische Rezeptoren und Sensoren für Strömungsfelder: Einleitung, Aufgaben, Beispiele (Barorezeptoren, Regulation der Herz-Kreislaufsystems, Gehörorgan, Gleichgewichtsorgan, Seitenliniensystem von Fischen) 13 • Lokomotion von Lebewesen in Flüssigkeiten: Umströmte Körper, Reynoldszahlabhängigkeit, Strömungsanpassung von Rümpfen, Grundlagen zum Widerstand umströmter Körper

	14 • Strömungsbeispiele zu umströmten Systemen in der Natur (Bionik) • Aerodynamik des Insekten- und Vogelflugs, strömungsmechanischeKonzepte zur energetischen Optimierung (optimierte Körperform, reibungsarme Oberflächen, Formationsflug, Winglets)
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten kennen und verstehen die Grundlagen biologischer und medizinscher Strömungen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I/II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Strömungsmechanik I/II
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Biologische und Medizinische Strömungstechnik II (401169001)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Biologische und Medizinische Strömungstechnik II	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Biologische und Medizinische Strömungstechnik II	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Strömung in Turbomaschinen Labor (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014419
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Turbomaschinen spielen in weiten Teilen unseres Lebens eine bedeutende Rolle. Sie sind Antriebe nahezu aller modernen Flugzeuge, werden im Bereich der Stromerzeugung eingesetzt oder sind wichtiger Bestandteil in Anlagen der Prozessindustrie. Dabei werden immer höhere Anforderungen in Bezug auf Effizienz, Emissionen und Leistungsfähigkeit gestellt. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können ist ein tiefes Verständnis der Thermodynamik, Aerodynamik und Strukturmechanik von Turbomaschinen erforderlich. Aufbauen auf das Wissen aus Strömung in Turbomaschinen I wird in dieser Veranstaltung der Auslegungsprozess für eine Turbomaschinen Beschaufelung durchlaufen. In den ersten Terminen werden die erforderlichen Grundlagen kurz zusammengefasst. Anschließend legen die Studierenden in Kleingruppen eine Beschaufelung für eine vorgegebene Aufgabe aus. Neben der aerodynamischen Auslegung, für die typische Berechnungsverfahren für die Vorauslegung zum Einsatz kommen, erfolgt auch eine strukturmechanische Bewertung des Designs. In der abschließenden Prüfung stellen die Kleingruppen das Ergebnis ihrer Auslegung in Form einer Präsentation vor. Zudem erfolgt eine individuelle Prüfung zu theoretischen Grundlagen.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben einen Eindruck vom industriellen Arbeiten erhalten. • Erfolgreiche Umsetzung der theoretischen Grundlagen aus der Vorlesung "Strömungsmaschinen" in die Praxis. • Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig unter gegebenen Randbedingungen (Aerodynamik, Festikeit, Budget, etc.) und mit einfachen numerischen Berechnungsverfahren eine Turbomaschinenschaufel auszulegen. • Sie kenne die eingesetzte Messtechnik des Schaufelprüfstands zur Überprüfung Ihres Schaufeldesigns. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Teamarbeit. • Erfolgreiches Einsetzen von Projektplanungsinstrumenten. • Die Studierenden sind in der Lage, Ihre Ergebnisse in einer Präsentation darzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundlagen der Turbomaschinen Anwesenheitspflich im Labor
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen der Turbomaschinen
Literatur	Übungsunterlagen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Mündliche Prüfung • Referat • Anwesenheitspflicht

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	30,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lernraum zu Strömung in Turbomaschinen Labor (401441901)	1. Semester	2. Semester	0	0
Prüfung/Labor Strömung in Turbomaschinen (401441902)	1. Semester	2. Semester	2	2

Modultitel	Numerische Strömungsmechanik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011054
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung in die numerische Strömungsmechanik • Beispiele von Strömungssimulationen • Grundlegende Erhaltungsgleichungen • Variierende mathematische Formulierungen 2 • physikalische Bedeutung der Charakteristiken • Bestimmung des mathematischen Typs der Erhaltungsgleichungen • Charakteristische Form der Erhaltungsgleichungen 3 • Grundlagen der Diskretisierung von partiellen Differentialgleichungen • Abbruchfelder und Konsistenz 4 • Lösungsmethoden für skalare Gleichungen 5 • Stabilitätsanalyse von Anfangswertproblemen • Diskrete Strömungstheorie 6 • von Neumann Analyse • CFL Bedingung 7 • Hirt'sche Stabilitätsanalyse 8 • Einführung in die numerische Lösung von Randwertproblemen 9 • Klassische Iterationsverfahren • Konvergenz iterativer Lösungsmethoden 10 • ILU, Krylov-Unterraum Methoden 11 • Mehrgittermethoden 12 • Transformation der partiellen Differentialgleichungen in krummlinige Koordinaten • Abbruchfelder auf körperangepassten Netzen 13 • Diskretisierung auf unstrukturierten Netzen • adaptive Lösungsmethoden

	• Dreiecks- und Tetraedernetze • Hierarchische kartesische Netze 14 • Vektorisierung und Parallelisierung von Lösungsalgorithmen • Anwendungen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben detaillierte Kenntnisse der partiellen Differentialgleichungen der Strömungsmechanik. • Sie beherrschen die Grundlagen der Diskretisierung partieller Differentialgleichungen. • Sie können numerische Methoden für die Lösung partieller Differentialgleichungen anwenden. • Sie können Abbruchfehler numerischer Lösungsschemata bestimmen und verstehen deren Eigenschaften. • Sie verstehen die Stabilität und Konsistenz von Lösungsschemata. • Sie können Grenzwertprobleme mit iterativen Schemata lösen. • Sie beherrschen die Diskretisierung für verschiedene Netztypen. • Sie können Lösungsschemata auf verschiedenen Rechnerarchitekturen implementieren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Diskussion verschiedener Beispiel numerischer Strömungssimulation fördert das Verständnis theoretischer Aspekte in praktischen Anwendungen. • Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I,II " Höhere Mathematik " Thermodynamik Voraussetzung für (z.B. andere Module): " Numerische Strömungsmechanik II
(empfohlene) Voraussetzungen	notwendig: • Strömungsmechanik I,II empfohlen: • Höhere Mathematik • Thermodynamik
Literatur	• Numerical Computation of Fluid Dynamics, C. Hirsch • Computational fluid Dynamics, J.D. Anderson • Computational Methods for Fluid Flow; Peyret, Taylor • Computational Gasdynamics; Laney
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder Dr.-Ing. Matthias Meinke
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Numerische Strömungsmechanik I (401105401)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Numerische Strömungsmechanik I	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Numerische Strömungsmechanik I	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Failure of Structures and Structural Elements (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011486
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The course is an introduction into the most important failure theories of structures. The content is summarized as: • Recall of fundamentals in continuum mechanics • Notion of “failure” in mechanical engineering. • Geometry and deformation: strain tensors • Mechanical and thermal loading: stress tensors • Conservation laws • Material behaviour: elasticity, elasto-plasticity, hardening, damage • Anisotropy • Yield-conditions and flow rules in plasticity and visco-plasticity • Direct methods: Lower and upper bound theorems of limit analysis • Examples of application of the theorems of limit analysis • Direct methods: Lower and upper bound theorems of shakedown analysis • Examples of application of shakedown theory • Notion and concepts of fracture mechanics • Linear elastic fracture mechanics • Elastic-plastic fracture mechanics • J-integral and other path-independent integrals • Kinematic criteria • Examples of application of fracture mechanics • Use of finite element methods • Software features, examples

Lernziele/Lernergebnisse	In this course, students shall acquire the following:
	
	<u>Knowledge / Understanding:</u>
	The students will understand:
	• the physical effects leading to failure of structures and mechanical systems. This includes:
	  • excessive elastic deformations,
	  • buckling of load carrying elements,
	  • permanent plastic deformations,
	  • material damage,
	  • initiation and propagation of cracks
	• limit and shakedown theories, failure of structures and mechanical systems under monotonic and cyclic loads and determination of corresponding load-carrying capacities
	• the phenomenon of fracture and determination of critical loads for crack propagation
	• the most important failure types and their numerical description
	
	<u>Abilities / Skills:</u>
	The students will be able to
	• a) determine limit loads for structures
	• b) model the phenomenon of fracture and determine critical loads for crack propagation
	• c) transfer theoretical and mathematical models to actual engineering problems and implementation into design codes

	• d) apply State-of-the-art numerical methods for the use of failure criteria in applied mechanical engineering The exercises are integrated in the lecture so that the students work individually or in groups on practical examples.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-none-
Literatur	• Lecture Notes • J. Lemaitre, J.-L. Chaboche: Mechanics of materials, Cambridge University Press, Cambridge, 1994 • J.A. König: Shakedown of elastic-plastic structures, Elsevier, Amsterdam, 1987
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Failure of Structures and Structural Elements (401148601)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Failure of Structures and Structural Elements	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Numerische Strömungsmechanik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011018
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung in die Lösung von Anfangswertproblemen • Wärmeleitungsgleichung • Programmbeispiele 2 • Numerische Lösung der Grenzschichtgleichungen • Linearisierung impliziter Lösungsverfahren • Anwendungsbeispiele 3 • Einführung in die Lösung linearer hyperbolischer Gleichungen • Numerische Lösung der Potentialgleichung • Anwendungsbeispiele 4 • Upwind und zentrale Diskretisierungen • Transporteigenschaften der Diskretisierungen • Dissipativer und dispersiver Abbruchfehler 5 • Einführung in die Lösung der Euler Gleichungen • Verschiedene Formen der Euler Gleichungen 6 • Diskontinuierliche Lösungen der Euler Gleichungen • Rankine Hugoniot Beziehungen 7 • Einführung in die Upwind Verfahren der Euler Gleichungen 8 • Ableitung des Flux-Difference Splitting Schemas 9 • Flux-Vector Splitting • Diskretisierung höherer Ordnung 10 • Explizite Schemata zur Lösung der Euler Gleichungen • MacCormack, Runge-Kutta etc. Methoden 11 • Konvergenzbeschleunigung • FAS Mehrgittermethoden, lokale Zeitschrittverfahren 12 • Implizite Schemata zur Lösung der Euler Gleichungen • Linearisierungen der Euler Gleichungen

	• Duale Zeitschrittverfahren 13 • Diskretisierung der Euler Gleichungen auf unstrukturierten Netzen • Formulierung von Upwind Schemata 14 • Numerische Lösung der Euler Gleichungen für das Stoßrohrproblem • Anwendungsbeispiel
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten beherrschen die die Entwicklung von Lösungsalgorithmen für Systeme von partiellen Differentialgleichungen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.): " Numerische Strömungsmechanik I " Strömungsmechanik I, II " Thermodynamik " Höhere Mathematik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Numerische Strömungsmechanik I • Strömungsmechanik I, II • Thermodynamik • Höhere Mathematik
Literatur	• Numerical Computation of Fluid Dynamics, C. Hirsch • Computational fluid Dynamics, J.D. Anderson • Computational Methods for Fluid Flow; Peyret, Taylor • Computational Gasdynamics; Laney
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Numerische Strömungsmechanik II (401101801)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Numerische Strömungsmechanik II	1. Semester	2. Semester	-	1
Übung Numerische Strömungsmechanik II	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Strömungsmessverfahren I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010886
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Herleitung der Grundgesetze der Strömungsmechanik: Kontinuitätssatz, Bernoulli-Gleichung, Impulssatz 2 • Ähnlichkeitsparameter und ihre Bedeutung: Geometrische Ähnlichkeit, Eulerzahl, Reynoldszahl, Froudezahl, Machzahl, Strouhalzahl 3 • Grundgleichungen für kompressible Strömungen: Energiesatz, Laval-Düse, senkrechte und schräge Verdichtungsstöße 4 • Druckmessung: Druckmesssonden, Versperrung, Barkereffekt, Scherströmung 5 • Druckmessung: Venturi-Düse, Richtungsabhängigkeit, kompressible Strömungen 6 • Druckmessung: Machzahlmessung, statische Druckmessung, Richtungsmessung 7 • Rohrströmung: laminare und turbulente Rohrströmung, Druckverlust in Rohrströmungen, Mengenmessung in strömenden Medien, Messung der Geschwindigkeitsverteilung im Rohr 8 • Mengenmessung mit Düsen und Blenden: Verlustlose Düse, Drosselgeräte, Drosselgeräte für kleine Re-Zahlen, Venturi-Düse 9 • Mengenmessung mit Düsen und Blenden: Druckverlust bei Drosselgeräten, Drosselgeräte für Ein- und Auslaufmessungen, Drosselgeräte bei kompressibler Durchströmung 10 • Messverfahren für Wandschubspannungen: theoretische Grundlagen (universelles und logarithmisches Wandgesetz) 11 • Methoden zur Messung der örtlichen Wandreibung: Mechanische Verfahren, Oberflächenelemente, Hitzdraht in laminarer Unterschicht, Wandschubspannungsmessung mit Drucksonden), optische Wandreibungsmessverfahren 12 • Transitionserkennung: Grundlagen, laminar-turbulenter Umschlag, Grundlagen der Hitzdrahtanemometrie, Turbulenzmessung mit Einzeldraht, messtechnische Probleme bei Grenzschichtablösung 13 • Temperaturmessung: Grundlagen, Thermoelekrische Messverfahren

	14 • Einführung in die optischen Messverfahren: Laser-Doppler-Anemometrie, Schlieren-Verfahren, Schatten-Verfahren, Particle Image Velocimetry
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden beherrschen die die Grundlagen der verschiedenen in der Strömungstechnik verwendeten Messverfahren. • Sie können problemangemessen die geeigneten Messverfahren auswählen und anwenden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Voraussetzung für (z.B. andere Module) - Strömungsmessverfahren II Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) - Strömungsmechanik I/II,
(empfohlene) Voraussetzungen	Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Strömungsmessverfahren II Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) • Strömungsmechanik I/II
Literatur	• Vorlesungsskript • Fluid Mechanic Experiments; Goldstein
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strömungsmessverfahren I (401088601)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strömungsmessverfahren I	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Strömungsmessverfahren II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014352
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: Strömungsvisualisierungsverfahren, Pressure sensitive paint (PSP), Geschwindigkeitsmessverfahren 2 • Strömungsvisualisierungsverfahren: Schattenverfahren, Schlierenverfahren, Farbschlierenverfahren, Background oriented Schlieren (BOS) 3 • Strömungsvisualisierungsverfahren: Differentialinterferometrie, Mach-Zehnder-Interferometrie, Ölanstrichverfahren 4 • Holographische Strömungsmessverfahren: Grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund, holographische Interferometrie, holographische Tomographie 5 • Pressure sensitive paint: Einführung, grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund 6 • Pressure sensitive paint: Anwendungen 7 • Laser Doppler Anemometrie: Einführung, grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund 8 • Laser Doppler Anemometrie: Einführung in die Lasertechnik, Photomultiplier, Strahloptik, Sende- und Empfangsoptik, Frequenzshift (Bragg-Zellen) 9 • Laser Doppler Anemometrie: Arbeitsverfahren (forward/backward scatter), Brechungsindexanpassung, Partikelgrößenbestimmung, zwei- und drei-Komponenten LDA-Systeme 10 • Laser Doppler Anemometrie: Anwendungen, Turbulenzmessung 11 • Particle-Image Velocimetry: Einführung, grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund 12 • Particle-Image Velocimetry: Einführung in die Lasertechnik, Kameratechnik, Tracer-Partikel, Lichtschnitt-Optik, Bildauswertung 13 • Particle-Image Velocimetry: Scanning PIV, stereoskopische PIV, holographische PIV 14 • Particle-Image Velocimetry: Anwendungen

Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden beherrschen die die Grundlagen der verschiedenen in der Strömungstechnik verwendeten Messverfahren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I, II " Strömungsmessverfahren I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Strömungsmechanik I, II • Strömungsmessverfahren I
Literatur	Fluid Mechanic Experiments; Goldstein
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder Dr.-Ing. Michael Klaas
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strömungsmessverfahren II (401435201)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Strömungsmessverfahren II	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Fahrzeug- und Windradaerodynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011490
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1-3 • Strömungsphänomene bei der Umströmung stumpfer Körper • Kräfte und Momente • Grenzschichten • Abgelöste Strömungen • Beeinflussung des Totwassers • Bodennähe 4-8 • Fahrzeuge • Automobile • Fahrleistungen • Luftkräfte • Fahrtrichtungshaltung • Linearisiertes Fahrzeugmodell • Strömungen auf der Oberfläche • Hochleistungsfahrzeuge • Eisenbahnen • Fahrleistungen • Widerstand • Fahrt bei Seitenwind • Kopfwelle • Fahrt durch Tunnel 9-15 • Windkraftanlagen • Windmühlen und Windräder • Bauformen von Windkraftanlagen • Physikalische Grundlagen der Windenergiewandlung • Aerodynamik des Rotors • Mathematische Modelle und Berechnungsverfahren • Rotornachlaufströmung • Aerodynamik der Vertikalachsen-Rotoren • Aerodynamik des Turms • Kräfte und Momente bei statischer Windlast • Dynamische Beanspuchung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben haben umfangreiche Kenntnisse auf dem Gebiet der auf Bauteile bezogenen Strömungsmechanik • Sie beherrschen die strömungsmechanischen Grundlagen und Berechnungsmethoden und können diese auf verschiedene bauteilspezifische Strömungsprobleme anwenden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mathematik " Thermodynamik

	" Strömungsmechanik I, II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Mathematik • Thermodynamik • Strömungsmechanik I, II
Literatur	• Vorlesungsunterlagen • Strömungslehre für den Maschinenbau; Siekmann • Applied Fluid Mechanics; R. L. Mott
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fahrzeug- und Windradaerodynamik (401149001)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fahrzeug- und Windradaerodynamik	2. Semester	1. Semester	-	3
Übung Fahrzeug- und Windradaerodynamik	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Business Engineering (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011016
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Unternehmensführung & Wandel I 2. Unternehmensführung & Wandel II 3. Corporate Governance 4. Prozessmanagement I 5. Prozessmanagement II 6. Controlling & Finanzielle Führung I 7. Controlling & Finanzielle Führung II 8. Controlling & Finanzielle Führung III 9. Investitions- und Wirtschaftlichkeitsrechnung 10. Innovationsmanagement 11. Finanzierung I 12. Finanzierung II 13. Marketing I 14. Marketing II 15. Technologiemanagement
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten lernen die Grundlagen des Managements produzierender Unternehmen. Sie verstehen die grundlegenden Anforderungen verschiedener Managementbereiche und kennen die entsprechenden Modelle, Theorien und Methoden. Sie sind in der Lage, das Gelernte kritisch zu reflektieren und auf real existierende Problemstellung zu übertragen. Sie erhalten damit das grundlegende Handwerkszeug, das in sämtlichen Managementebenen von essentieller Bedeutung ist. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studenten erhalten aufgrund von Praxisbeispielen einen Einblick in produzierende Unternehmen und schulen im Rahmen der Übung die Fähigkeit der Präsentation ihrer Ergebnisse. Einige Übungen basieren auf Rollenspielen zwischen den Studenten, so dass auch die soziale Kompetenz geschult wird.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh

ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Business Engineering (401101601)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Business Engineering	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Business Engineering	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Modellierung der Laserfertigungsverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013309
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Übersicht der Inhalte und Definition der 10 Lernziele • Rolle des Ingenieurs in der interaktiven Zusammenarbeit mit naturwissenschaftlichen Disziplinen • Grundzüge der Erkenntnistheorie (Karl Popper) 2 • Laserstrahlung, Helmholtzgleichung, Reduziertes Modell: SVE-Approximation • Lernziel 1: Gaußscher Strahl, Strahlführung und -formung 3 • Reflexion, Transmission und Absorption von Strahlung • Grenzfall kleiner Verschiebungsströme, optische Parameter 4 • Technische Aufgabenstellung und Fallbeispiele: • Schneiden mit Laserstrahlung • Lernziel 3: Merkmale des Qualitätsschnittes 5 • Physikalische Aufgabenstellung zum Schneiden (Freie Randwertaufgaben) und Identifikation der qualitätsdefinierten Prozeßdomänen • Lernziel 4: Zuordnung physikalischer Phänomene zur Ausbildung von Qualitätsmerkmalen 6 • Technische Aufgabenstellung und Fallbeispiele: Bohren mit Laserstrahlung • Physikalische Aufgabenstellung und die 5 dominanten physikalischen Phänomene • Lernziel 5: Qualitätsmerkmale der Bohrung 7 • Mathematische Modellbildung Ia: Zeitskalen • Freiheitsgrade und Dimension im Phasenraum • Separation von Zeitskalen in einfachen dissipativen dynamischen Systemen • Lernziel 6a: Separation von Zeitskalen 8 • Mathematische Modellbildung Ib: Längenskalen • Grenzschichten der Wärmeleitung mit bewegten Rändern • Lernziel 6b: Separation von Längenskalen 9 • Mathematische Modellbildung IIa: Freie Randwertaufgaben (FRA) für die feste Phase • Reduziertes Modell für die FRA : Bewegung der Schmelzfront, integrale Methoden, Variationsformulierung • Lernziel 7: Heizphase und Schmelzphase beim Abtragen 10 • Mathematische Modellbildung IIb: FRA für die flüssige Phase • Navier-Stokes Gleichungen, Materialgleichungen, Randwerte

	11 • Mathematische Modellreduktion: Schmelzströmung • Reduziertes Modell für die Strömung in dünnen Filmen • Lernziel 8: Grenzschichtcharakter, integrale und spektrale Methoden 12 • Modellreduktion und Lösung mit kontrolliertem Fehler: • Schmelzströmung bei kleinen Reynoldszahlen • Strukturelle Stabilität des reduzierten Modells: • Lubrikationsnäherung, Finger- und Tropfenbildung • Lernziel 9: Kriechströmung und Korrekturen nach der Reynoldszahl, exakte Lösung einer Modellaufgabe für beliebige Reynoldszahl 13 • Globale Eigenschaften der Lösung von Bilanzen der Masse, des Impulses und der thermischen Energie • Lernziel 10: Skalen für die Wahl der Verfahrensparameter beim Schneiden und Bohren mit Laserstrahlung 14 • Zusammenfassende Diskussion der Lernziele • Aktuelle Fragestellungen aus der Forschung und Entwicklung der Laser-Fertigungsverfahren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen freie Randwertaufgaben und integrale Lösungsmethoden • Sie beherrschen die nichtlineare Stabilitätsanalyse mit spektralen Methoden • Sie beherrschen die Analyse der strukturellen Stabilität von Modellgleichungen • Sie kennen die Grundlagen zu 3 Lasertypen (räumliche Verteilung der Laserstrahlung, Fresnel Zahl, Invariante der Strahlausbreitung, zeitliche Pulsform) • Sie beherrschen folgende theoretische Grundlagen: • Helmholtzgleichung, Beugung, optische Materialparameter, Transmission, Reflexion, Absorption, Fresnel Formeln, Polarisation von Materie und Strahlung • Navier-Stokes Gleichungen für Massen-, Energie- und Impulsbilanz. Strömung in dünnen Filmen (Grenzschichtcharakter) • Dissipation in dynamischen, verteilten Systemen (inertiale Mannigfaltigkeit) Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden verstehen die interaktive Zusammenarbeit von Ingenieur, Physiker und Mathematiker zur Anwendung modellgestützter Methoden zur Diagnose von Laser-Fertigungsverfahren • Sie lernen in mehreren Projektbeispielen die Anwendung modellgestützter Methoden zur Lösung praktischer Aufgabenstellungen kennen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Voraussetzung für: " Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren
(empfohlene) Voraussetzungen	Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren
Literatur	• W. Schulz, C. Hertzler, Cutting: Modeling and data, in: Martienssen, M.(Hrsg.): New Series Landolt-Börnstein, Group: Advanced Materials and Technologies, Volume VIII/1: Laser Physics and Applications, Sub-volume VIII/1C: Laser Applications, 2004, S. 187-215. ISBN 1619-4802 • R. Poprawe, Lasertechnik für die Fertigung, Springer Verlag 2005, ISBN 3-540-21406-2
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang Schulz
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Modellierung der Laserfertigungsverfahren (401330901)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Modellierung der Laserfertigungsverfahren	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013320
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Übersicht der Inhalte und Definition der Lernziele • Wiederholung der 10 Lernziele aus dem Modul "Modellierung der Laser-Fertigungsverfahren" 2 • Herleitung und Vertiefung der Anwendung integraler Methoden für die Wärmeleitung mit Stefan-Randbedingung • Lernziel 1: Variationsformulierung im Vergleich zur direkten Integration in einer räumlichen Dimension 3 • Spektrale Methoden zur Kontrolle des Fehlers bei integralen Methoden: Räumlich eindimensionale Modellaufgaben • Eigenfunktionen eines Differentialoperators, Spektrale Zerlegung nichtlinearer Aufaben nach Eigenfunktionen, diskrete und kontinuierliche Spektren • Lernziel 2: Separation der Variablen und Zusammenhang mit spektralen Methoden, Anwendung spektraler Methoden 4 • Asymptotische Entwicklung partieller Differentialgleichungen und deren Lösung an einer Modellaufgabe der Wärmeleitung • Lernziel 3: Identifikation charakteristischer dynamischer Variablen, Freiheitsgrade inertialer Mannigfaltigkeiten 5 • Auffinden dimensionsloser Gruppen, Buckinghamsches Pi-Theorem • Definition und physikalische Bedeutung von Peclet-, Reynolds-, Marangoni- und Stefan Zahl • Lernziel 4: Physikalische Bedeutung dimensionsloser Gruppen von Systemparametern und der Dimension im Phasenraum 6 • Optische Moden in passiven Lichtleitfasern • Numerische Apertur, Totalreflexion, Maximale Modenzahl, Modenkopplung • Optische Anregung in aktiven Fasern und Dissipation • Lernziel 5: Strahlerzeugung und –führung in Lichtleitfasern 7 • Langsame Oberflächen in dynamischen Systemen • Anwendungen der Zeitskalentrennung • Lernziel 6: Thermische Wirkung großer und kleiner Peclet-zahl 8 • Modellaufgaben zur Strömung in dünnen Filmen • Anwendungen der spektralen Methoden: -Porenbildung beim Schweißen -Verschlußbildung beim Bohren • Lernziel 7: Zusammenhang von Zeitskalen und der Ausprägung von Qualitätsmerkmalen 9 • Verdampfung und Rekondensation von Metallen I

	• Vergleich der Modell von Aden mit Aoki und Sone • Lernziel 8: Phasenübergänge beim Abtragen und Schweißen 10 • Modelle der Verdampfung und Rekondensation von Metallen II • Laplace-Druck, Verdampfung und Rekondensation als antreibende Kräfte durch Gradienten des Druckes, Navier-Stokes Gleichungen, Materialgleichungen, Randwerte • Lernziel 9: Bilanzen und Randwerte der Impulsbilanz an idealisierten Grenzflächen 11 • Technische Fallbeispiele I: Bohren mit Laserstrahlung 12 • Technische Fallbeispiele II: Schweißen mit Laserstrahlung 13 • Zusammenfassende Diskussion der Lernziele • Aktuelle Fragestellungen aus der Forschung und Entwick-lung der Laser-Fertigungsverfahren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen freie Randwertaufgaben und integrale Lösungsmethoden • Sie beherrschen die nichtlineare Stabilitätsanalyse mit spektralen Methoden • Sie beherrschen die Analyse der strukturellen Stabilität von Modellgleichungen • Sie können die maximale Anzahl dimensionsloser Gruppen von Randwertaufgaben bestimmen • Sie verstehen den Zusammenhang von Randbedingungen, Randwerten und der Lösungsstruktur der Navier-Stokes Gleichungen • Sie kennen die einzelnen Terme der Navier-Stokes Gleichungen für Massen-, Energie- und Impulsbilanz und verstehen deren grundlegende Wirkung und deren Wechselwirkung • Sie können die dynamischen Lösungseigenschaften den Merkmalen von Qualität des Produktes und der Produktivität des Verfahrens beim Bohren und Schneiden zuordnen • Sie kennen Beispiele für die Anwendung von Methoden zur Dimensionsreduktion in dissipativen Systemen, verstehen die Trennung von Längen- und Zeitskalen in einfachen Systemen und können diese durchführen • Detaillziele s. unten Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden verstehen die interaktive Zusammenarbeit von Ingenieur, Physiker und Mathematiker zur Anwendung modellgestützter Methoden zur Diagnose von Laser-Fertigungsverfahren • Sie lernen in mehreren Projektbeispielen die Anwendung modellgestützter Methoden zur Lösung praktischer Aufgabenstellungen kennen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Modellierung der Laserfertigungsverfahren
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• W. Schulz, C. Hertzler, Cutting: Modeling and data, in: Martienssen, M.(Hrsg.): New Series Landolt-Börnstein, Group: Advanced Materials and Technologies, Volume VIII/1: Laser Physics and Applications, Sub-volume VIII/1C: Laser Applications, 2004, S. 187-215. ISBN 1619-4802 • R. Poprawe, Lasertechnik für die Fertigung, Springer Verlag 2005, ISBN 3-540-21406-2
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang Schulz
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren (401332001)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Konstruieren mit spröden Werkstoffen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014371
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2012
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Einer nachhaltigen Etablierung spröder Konstruktionswerkstoffe in einem breiten Anwendungsfeld steht bisher der niedrige Stellenwert der Materialauswahl, sowohl in den Konstruktionsabteilungen der Unternehmen, als auch im Konstruktionsprozess selbst entgegen. Die Vorlesung Konstruieren mit spröden Werkstoffen verfolgt daher das Ziel, die Bedeutung der Materialauswahl im Produktenstehungsprozess durch die Anwendung werkstoffspezifischer Gestaltungsregeln zu stärken und somit das volle Potenzial dieser Werkstoffe für möglichst viele Anwendungen weit über die Grenzen einer reinen Werkstoffsubstitution nutzbar zu machen. Für die wichtigsten Werkstoffklassen Hochleistungskeramik, Hartmetall, Werkzeugstähle und intermetallische Phasen werden anhand der thermo-mechanischen und tribologischen Eigenschaftsprofile die charakteristischen Unterschiede spröder und duktiler Konstruktionswerkstoffe diskutiert. Es folgt eine Einführung in die linear-elastische und statistische Bruchmechanik sowie die Vorstellung von Festigkeitshypothesen und probabilistischer Auslegungskriterien für den Lebensdauernachweis unter statischer und zyklischer Beanspruchung. Schließlich werden Verfahren zur Ermittlung der bruchstatistischen Kennwerte an Proben und Methoden zur Übertragung auf Bauteile behandelt. Ein wesentlicher Teil der Vorlesung ist die Vorstellung und Anwendung werkstoffspezifischer Gestaltungsprinzipien und –richtlinien in der Konstruktionsmethodik. Besonderes Augenmerk gilt dabei der Identifikation konstruktions- und fertigungsrelevanter Werkstoffeigenschaften sowie der Auswahl werkstoffklassenspezifischer Fertigungsverfahren. Ausführlich werden gestalterische Richtlinien für ein Werkstoff-, Belastungs-, Formgebungs- und Fertigungs- sowie Montage- bzw. Fügegerechtes Design vorgestellt. Abschließend werden Methoden und Verfahren zum Nachweis der Bauteilzuverlässigkeit vorgestellt. Hierzu sind Praxisübungen mit Anwendung numerischer Postprozessoren am PC vorgesehen. Anhand einer Vielzahl von Praxisbeispielen aus den Bereichen der Hochtemperatur- und Energietechnik, Triboanwendungen und Anlagenbau werden mit besonderem Fokus auf die Fügetechnik die vorgestellten Grundlagen erläutert und vertieft.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: - Die Studierenden lernen die charakteristischen Eigenschaftprofile spröder Werkstoffe kennen. - Sie sind in der Lage konstruktionsrelevante Werkstoffeigenschaften zu identifizieren - Sie erlernen Methoden zur bruchstatischen Bauteilauslegung und Zuverlässigkeitsanalyse unter thermo-mechanischer Beanspruchung - Sie kennen die wichtigsten werkstoffklassenspezifischen Gestaltungsrichtlinien - Die Studierenden sind in der Lage die Gestaltungsprinzipien und –richtlinien in der Konstruktionsmethodik anzuwenden Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): Die Übungen werden dazu genutzt, die Studierenden unter Anleitung des wissenschaftlichen Personals Aufgaben ausarbeiten und präsentieren zu lassen. Dadurch werden die kommunikativen Fähigkeiten und der Umgang mit Präsentationstechniken gestärkt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-

(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • Keine Empfohlene Voraussetzungen: • Keine
Literatur	- Umdruck zur Vorlesung - Creyke, W.E.C. Sainsbury, I.E.J., Morrel, R.: Design with Non-ductile Materials, Applied Science Publishers Ltd. 1982, ISBN 0-85334-149-4. - Ashby, M. F.; Fleck, C.; Wanner, A.: Materials selection in mechanical design:das Original mit Übersetzungshilfen. Easy Reading. Heidelberg: Spektrum, Akad. Verlag 2007, ISBN 978-3-8274-1762-6.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	schriftlich oder mündlich
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christoph Broeckmann Dipl.-Ing. Alexander Bezold
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Konstruieren mit spröden Werkstoffen (401437101)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Konstruieren mit spröden Werkstoffen	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Konstruieren mit spröden Werkstoffen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Verfahren der Oberflächentechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014434
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in die Oberflächentechnik • Technische Oberflächen, Oberflächen als Phasengrenzen zur Umgebung • Benetzung von Oberflächen durch Flüssigkeiten • Haftungsmechanismen zwischen Schicht und Grundwerkstoff • Funktion von Oberflächen 2 • technische Nutzung von Plasma • thermische und nichtthermische Plasmen 3 • elektrochemische Metallabscheidung • Galvanik, chemische Metallabscheidung 4 • Konversionsverfahren • Anodisieren, Phosphatieren, Chromatieren, Brünieren 5 • Thermochemische Diffusionsverfahren • Einsatzhärten, Nitrieren, Borieren, Chromieren, Alitieren, Silizieren 6 • PVD - Physical Vapor Deposition • Magnetron Sputtering Ion Plating, Arc Ion Plating, Niedervoltbogenentladung, Elektronenstrahl-PVD 7 • CVD – Chemical Vapor Deposition • Hochtemperatur-CVD, Plasma-CVD, Hot-Filament-CVD 8 • Sol-Gel-Verfahren • Schmelztauchverfahren 9 • Thermisches Spritzen • Flammspritzen, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Kaltgasspritzen, Lichtbogenspritzen, Plasmaspritzen 10 • Löten (Auftraglöten, Auflöten von Panzerungen) • Auftragschweißen 11 • ökologische, ökonomische, technische Potentiale der Oberflächentechnik • thermische, chemische, mechanische Belastungen auf Oberflächen • Vorbehandlung, Oberflächenmodifikation, Beschichtung, Nachbehandlung • Anforderungen an Schicht, Verbund, System

	12 • Modellierung und Simulation in der Oberflächentechnik • Prozesssimulation, Werkstoffsimulation
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Studenten können die wichtigsten Verfahren der Oberflächentechnik beschreiben. • Studenten können das jeweilige Verfahrensprinzip skizzieren und das Funktionsprinzip erklären. • Studenten kennen zu jedem Verfahren der Oberflächentechnik typische Anwendungsbeispiele • Studenten können hinsichtlich Konstruktion, Werkstoff und Schutzfunktion die Verfahren der Oberflächentechnik voneinander abgrenzen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Oberflächentechnik Teil 1 " Hochleistungswerkstoffe
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Oberflächentechnik Teil 1 • Hochleistungswerkstoffe
Literatur	• Foliensatz zur Vorlesung, ca. 300 Seiten am IOT erhältlich • Buch „Oberflächentechnik im Maschinenbau“ Wiley-Verlag • Buch „Industrial Tribology“ Wiley-Verlag (in Englisch)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessorin Dr.-Ing. Kirsten Bobzin
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Verfahren der Oberflächentechnik (401443401)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Verfahren der Oberflächentechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Verfahren der Oberflächentechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Hochtemperatur-Werkstofftechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011683
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2012
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Vorlesung Hochtemperatur-Werkstofftechnik behandelt Fragen der Werkstoffmechanik in Anwendungen bei erhöhter Temperatur. Generell werden darunter Betriebstemperaturen oberhalb von 500 °C verstanden, die in vielen Bauteilen in der Kraftwerkstechnik sowie in Flugtriebwerken und Verbrennungsmotoren auftreten. Zunächst werden wesentliche Auswirkungen erhöhter Temperatur auf das mechanische Verhalten von kristallinen Werkstoffen vorgestellt: die temperaturabhängige Fließgrenze, das zeitabhängige Kriechen, die Relaxation. Diese Phänomene werden auf metallphysikalische Mechanismen wie Diffusionsprozesse und die Bewegung von Versetzungen zurückgeführt. Die für die Bauteilauslegung relevanten Gleichungen für das zeitabhängige Werkstoffverhalten werden für den Fall der einachsigen Beanspruchung besprochen. Es folgt die Behandlung von Bruchvorgängen bei erhöhten Temperaturen. Nach der Darstellung der Bruchmechanismen werden Ansätze vorgestellt, die eine Extrapolation der Lebensdauer von Bauteilen unter Hochtemperaturbeanspruchung erlauben. Ein wesentlicher Teil der Vorlesung ist Ermüdungsvorgängen bei erhöhter Temperatur, insbesondere der Kriech-Ermüdungs-Wechselwirkung gewidmet. In diesem Zusammenhang werden auch die wichtigsten Alogrithmen in den einschlägigen Regelwerken für drucktragende Bauteile behandelt. Die wichtigsten Gruppen warmfester Werkstoffe werden vorgestellt. Ausgehend von den bei der Legierungsentwicklung und Wärmebehandlung genutzten metallphysikalischen Wirkmechanismen ergeben sich bestimmte Eigenschaftsprofile, welche die Anwendungsfelder der einzelnen Werkstoffe bestimmen. Schwerpunktsmäßig werden die warmfesten Stähle und die Nickelbasis-Superlegierungen inklusive ihrer gerichtet erstarrten und einkristallinen Varianten besprochen. Darüberhinaus behandelt die Vorlesung Werkstoffe auf Kobaltbasis, höchst warmfeste Wolfram- und Molybdänlegierungen, als Konstruktionswerkstoffe genutzte intermetallische Phasen und einige technische Keramiken, die in Hochtemperaturanwendungen eingesetzt werden.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden lernen die wesentlichen Auswirkungen erhöhter Temperatur auf das mechanische Verhalten vorwiegend metallischer, aber auch keramischer Werkstoffe kennen. • Sie verstehen die metallphysikalischen Mechanismen, die zu zeitabhängiger plastischer Verformung und Schädigung führen. • Sie erlernen Methoden zur Auslegung von Bauteilen unter Hochtemperaturbeanspruchung • Sie kennen die wichtigsten Gruppen der Hochtemperaturwerkstoffe und ihre Anwendungsfelder. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Übungen werden dazu genutzt, die Studierenden unter Anleitung des Wissenschaftlichen Personals Aufgaben ausarbeiten und präsentieren zu lassen. Dadurch werden die kommunikativen Fähigkeiten und der Umgang mit Präsentationstechniken gestärkt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: - Werkstoffkunde I (Metalle)
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: - Werkstoffkunde I (Metalle)

	Empfohlene Voraussetzungen: - Keine
Literatur	• Skript zur Vorlesung • El Magd, A.: Hochtemperatur-Werkstofftechnik; Shaker-Verlag, Aachen, 2009 • Bürgel, R.: Handbuch Hochtemperatur-Werkstofftechnik; Vieweg Verlag, Wiesbaden,2006
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche oder mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christoph Broeckmann Dr.-Ing. Ewald Pfaff
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Hochtemperatur-Werkstofftechnik (401168301)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Hochtemperatur-Werkstofftechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Hochtemperatur-Werkstofftechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Qualität und Recht (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011661
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Inhalte des Seminars sind rechtliche Grundlagen für Ingenieure. Detaillierte Inhalt sind: 1. Vertragliche Haftung: Gewährleistungsansprüche, Abgrenzung Kaufvertrag/Werkvertrag, Werklieferungsvertrag, Dienstvertrag 2. Herstelklerspezifische Pflichten: Konstruktionspflicht, Fabrikationspflicht, Instruktionspflicht 3. Außervertragliche Haftung: Produkthaftungsgesetz, Produzentenhaftung 4. Produktsicherheitsgesetz, Maschinenrichtlinie, Kodex des Kraftfahrbundesamtes 5. Strafrechtliche Produktverantwortung 6. Versicherbarkeit: Produkthaftpflicht, Rückrufkosten und Erprobungsklausel 7. Maßnahmen zur Risikominimierung: Qualitätsmanagementsystem, Wareneingangs-/ausgangsprüfung, Complaint Handling und Marktbeobachtung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: Die Veranstaltung soll bei den Studierenden ein Grundverständnis für juristische Rahmenbedingungen schaffen und gleichzeitig einen Bogen zu bekannten Inhalten aus dem Studium wie Konstruktion und Entwurf, Qualitäts- und Risikomanagement oder auch das Complaint Handling schlagen, die jeweils auch rechtliche Bedeutung haben. Nicht fachbezogene Lernziele: Die Studierenden erarbeiten die Hausaufgaben in Kleingruppen und stellen ihre wesentlichen Ergebnisse in einem Vortrag vor. Daher stärkt das Seminar ihre Erfahrungen mit Teamarbeit sowie ihre Präsentationsfähigkeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Folien und Skript (über L2P) • Weiterführend: Frenz, Müggenborg: Recht für Ingenieure. Springer, 2008
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Note setzt sich zu gleichen Teilen aus einer schriftlichen Hausaufgabe (40%) sowie einer mündlichen Prüfung (40%) zusammen. Die wesentlichen Ergebnisse der schriftlichen Hausaufgaben werden weiterhin in Form eines 45-minütigen Vortrags abgefragt (20%).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	2

Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	30,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündliche Prüfung Qualität und Recht (401166101)	1. Semester	2. Semester	2	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Qualität und Recht	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Molecular Mechanics and Multiscale Modelling of Materials (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011511
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Lectures: Introduction to multi-scale modelling Molecular dynamics - Theoretical background of molecular dynamics - Force-probe molecular dynamics simulations - Compute mechanical properties at molecular level Phase field modelling (finite element modelling) - Theoretical background - Reproduce molecular mechanical properties - Validations Multi-scale modelling - Scale bridging - Bottom-up approach - Applications, e.g., spider silk, nacre Exercises: - Molecular dynamics simulations - Force-probe molecular dynamics simulations - Compute mechanical properties at molecular level, e.g., Young's modulus - Finite element simulations based on force-probe molecular dynamics simulations - Validations - Analysis of multi-phasic materials
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Molecular Mechanics and Multi-scale Modelling The need for multi-scale modelling comes usually from the fact that the available macro-scale models are not accurate enough, and the micro-scale models are not efficient enough and/or offer too much information. By combining both viewpoints, one hopes to arrive at a reasonable compromise between accuracy and efficiency. Multiscale models allow us to formulate models that couple together models at different scales. Overall goal: Students are able to bridge the wide range of time and length scales of methods that are inherent in a number of essential phenomena and processes in materials science and engineering. After successfully completing this course, the students will have acquired the following learning outcomes: Knowledge / Understanding - understand the theoretical background of both methods, molecular dynamics and continuum mechanics - are able to compute mechanical properties at molecular level - reproduce molecular material behaviour at macroscopic level - perform multi-scale modelling of hierarchical bio-materials - modelling of fracture at atomistic scale Fertigkeiten und Kompetenzen: Abilities / Skills: - able to deal with molecular dynamics simulations at nano-scale level - perform FEM simulations at macro-scale by using nano-scale mechanical properties - able to perform bottom-up approach in efficient way - knowledge of fracture at nano-scale as well as macro-scale Competence:

	- able to deal with interdisciplinary field problems, e. g., nano-scale MD simulations and macro-scale FEM simulations - use the knowledge to explore naturally available hierarchical materials, which outperform artificial materials in terms of mechanical properties - apply contents of the lecture to natural as well as artificial materials
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: · Kontinuumsmechanik (Continuum Mechanics)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Kontinuumsmechanik (Continuum Mechanics)
Literatur	Rapaport, D. C. The art of molecular dynamics simulation Cambridge University Press, 2004 Frenkel, D. &; Smit., B. Understanding molecular simulation: from algorithms to applications Computational science. Academic Press, 2002 Haupt, P. Continuum Mechanics and Theory of Materials Springer-Verlag, Berlin, 2000 Empfohlene weiterführende Literatur: Allen, M. P. &; Tildesley, D. J. Computer simulation of liquids Clarendon Press, Oxford, 1987 Chadwick, P. Continuum mechanics: Concise theory and problems Courier Dover Publications, 1999
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche oder mündliche Prüfung (abhängig von der Teilnehmerzahl)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Molecular Mechanics and Multiscale Modelling (401151101)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Molecular Mechanics and Multi-scale Modelling	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Molecular Mechanics and Multi-scale Modelling	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Mikrofluidik und Einzelzell-Analyse in der Biotechnologie (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011677
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Zellen sind sowohl in der Natur, als auch in biologisch-technischen Kulturen, oft hohen Schwankungen der lokalen Umgebungsparameter ausgesetzt. Zudem weisen selbst isogenetische Populationen oft eine deutliche Heterogenität mit unterschiedlichen Phänotypen auf, welche möglicherweise auch auf Wechselwirkung mit der Umgebung zurückzuführen sind, um z.B. ein Überleben der Population zu sichern oder eine spezialisierte Arbeitsteilung zu gewährleisten. Diese Phänomene lassen sich in konventionellen Kultivierungssystemen und durchschnittsbasierter Analytik nur unzureichend untersuchen und interessante Aspekte bleiben möglicherweise unentdeckt. Mit Hilfe von neuartigen mikrofluidischen Kultivierungssystemen können seit einigen Jahren Zellpopulationen in mikrotechnisch gefertigten, künstlichen Habitaten kultiviert und mittels vollautomatisierter Mikroskopie und einer anschließenden Bildanalyse, auf Einzelzellniveau untersucht werden. Dabei können erstmals auch dynamische Vorgänge einzelner Zellen unter exakt kontrollierbarer Umgebung analysiert werden.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehehn: Die Studierenden kennen die charakteristischen Merkmale von mikrofluidischen Kultivierungs- und Analysesystemen und können deren Einsatz hinsichtlich bestimmter Anwendungsgebiete in den Lebenswissenschaften und der Einzelzell-Analyse beurteilen. Fertigkeiten und Kompetenzen: Sie kennnen die physikalischen Grundlagen, gängigen Materialien, Funktionselemente und die jeweilig passenden Fertigungsprozesse, und können auf dieser Basis einfache Systeme auslegen. Zudem sind Sie mit den Grundlagen und Möglichkeiten der notwendigen Mikroskopie und Bildanalyse vertraut. Sonstiges (fakultativ): -
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzung: Bestandene Module Mathematische Grundlagen I-IV, Partielle Differentialgleichungen
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Schriftliche oder mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Professor als Juniorprofessor Dr. Dietrich Kohlheyer
ECTS Credits	3

Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Mikrofluidik und Einzelzell-Analyse in der Biotechnologie (401167701)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mikrofluidik und Einzelzell-Analyse in der Biotechnologie	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Serienentwicklung von Getrieben für PKW und leichte Nfz (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010866
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	In diesem Modul wird den Studierenden der Serienentwicklungs- und -fertigungsprozess von Fahrzeuggetrieben für Personenkraftwagen (Pkw) und leichte Nutzfahrzeuge (Nfz) vermittelt. Nach einer kurzen Einführung in die Thematik werden in den ersten Vorlesungseinheiten die heutzutage verbauten Typen von Fahrzeuggetrieben vorgestellt. Dabei wird neben der Funktionsweise auf die konstruktiven Besonderheiten sowie die Vor- und Nachteile der jeweiligen Konzepte eingegangen. Im Anschluss wird der Entwicklungsprozess von Fahrzeuggetrieben vom Konzept zur Serienreife detailliert beschrieben. In den folgenden Lehreinheiten wird auf die Auslegung und Konstruktion von Fahrzeuggetrieben detailliert eingegangen. Es werden die in Getrieben üblicherweise verwendeten Komponenten und Teilsysteme sowie deren Auslegungsmethoden vorgestellt. Am Beispiel des Doppelkupplungsgetriebes wird der Auslegungs- und Konstruktionsprozess unter besonderer Berücksichtigung moderner Entwicklungswerkzeuge und der Randbedingungen einer wirtschaftlichen Großserienfertigung behandelt. Weiterhin werden Themen wie Getriebekalibrierung, Getriebeerprobung und Getriebesteuerung als wesentliche Bestandteile einer Serienentwicklung beleuchtet. Abschließend wird die Rolle von Getrieben in Verbindung mit Hybridantrieben betrachtet. Dabei werden die technische Umsetzung verschiedener Konzepte vorgestellt sowie die besonderen Herausforderungen im Zuge der Hybridisierung hervorgehoben. Die Vorlesung endet mit einem Ausblick auf zukünftige Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte in der Fahrzeuggetriebetechnik. In der Vorlesung wird der Stoff in der Theorie mit Beispielen aus der Praxis eingeführt, der dann in der Übung mit Rechen- und Konstruktionsaufgaben nähergebracht und vertieft wird. Das Modul richtet sich insbesondere an Ingenieurinnen und Ingenieure des Maschinenbaus, die sich später in den Bereich Fahrzeugantriebsstrang oder Fahrzeuggetriebeentwicklung orientieren möchten. Ziel der Veranstaltung ist es daher das nötige Basiswissen für den Beruf zu vermitteln.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: - Kenntnis des Entwicklungsprozesses für Fahrzeuggetriebe in der Großserie - Kenntnis der für eine Serienentwicklung relevanten Auslegungsverfahren für Fahrzeuggetriebe unter Berücksichtigung moderner Entwicklungswerkzeuge - Kenntnis der konstruktiven Gestaltung von Fahrzeuggetrieben unter Berücksichtigung der Einflüsse und Anforderungen aus der Serienfertigung - Kenntnis des Produktionsprozesses von Getrieben in der Großserie (Komponentenfertigung, Montage, End-of-Line-Inbetriebnahme) - Kenntnis der Funktionsweise und der technischen Umsetzung der verschiedenen, aktuell relevanten Typen von Fahrzeuggetrieben inklusive Hybridisierung - Wissen über zukünftige Anforderungen und Herausforderungen in der Getriebeentwicklung Fertigkeiten und Kompetenzen - Umgang mit komplexen mechanischen Systemen - Kenntnis der Prozesse im Rahmen einer Serienentwicklung/Serienproduktion
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	empfohlene Voraussetzungen: Bachelor Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen Fachrichtung Maschinenbau oder Computational Engineering Science
(empfohlene) Voraussetzungen	empfohlene Voraussetzungen:

	Bachelor Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen Fachrichtung Maschinenbau oder Computational Engineering Science
Literatur	Folien zur Vorlesung und Übung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note einer schriftlichen Prüfung oder einer mündlichen Prüfung (je nach Teilnehmerzahl).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Serienentwicklung von Getrieben für PKW und leichte Nfz (401086601)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Serienentwicklung von Getrieben für PKW und leichte Nfz	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Serienentwicklung von Getrieben für PKW und leichte Nfz	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Mechanics of Soft Engineering Materials: Rubbers, Textiles and Non-Crimp Fabrics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011569
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Chemical Structure and Composition of Elastomers: natural rubber, synthetic rubbers, rubber vulcanization • Mechanical Properties of Elastomers and their Phenomenological Models: non-linear stress-strain response, incompressibility or slight compressibility, experimental study and strength hypothesis, stress softening, Mullins effect, permanent set and induced anisotropy • Molecular-Statistical Basis of Rubber Elasticity: freely jointed chain model, freely rotating chain model, random walk theory, free energy of an ideal chain and affine network of ideal chains, finite extensibility of chains, Langevin model • Micro-Mechanics of Filled Elastomers: micro-mechanically based hyperelastic models, Mullins effect and permanent set, induced anisotropy and permanent set, hysteresis, strain induced crystallization • Mechanics of Textiles and Non-Crimp Fabrics: experimental characterization, draping properties, phenomenological models, modeling inelastic effect in textiles and non-crimp fabrics
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Understanding of chemical structure and composition of elastomers from the engineering point of view, their connection to mechanical properties, the role of fillers • Fundamentals of statistical mechanics in application to rubber networks • Experimental methods in application to rubber, textile composites and non-crimp fabrics • Learning how to model elastomers under large strains by taking into account their molecular structure • Learning how to model draping properties of textiles and non-crimp fabrics and how to predict their defects under large strains.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Recommended: "Continuum Mechanics "Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I
(empfohlene) Voraussetzungen	Required: - Recommended: • Continuum Mechanics • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I
Literatur	Lecture notes (script)
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The final mark is the mark of the oral exam.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov

ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Mechanics of Soft Engineering Materials (401156901)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Mechanics of Soft Engineering Materials	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Chemische Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012527
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Ideale Reaktoren mit Wärmetönung I • Stoffbilanz, Energiebilanz, RKD isotherm/adiabatisch • SRK isotherm/adiabatisch 2 • Ideale Reaktoren mit Wärmetönung II • RKK Wärmeerzeugungskurve, Wärmeabfuhrgerade, stabile Betriebspunkte, Hysterese • Reversible exotherme Reaktionen, optimale Temperaturführung 3 • Mikrokinetik chemischer Reaktionen • Homogen katalysierte Reaktionen • Heterogen katalysierte Reaktionen: Adsorption/Desorption, Katalytische Oberflächenreaktion, geschwindigkeitsbestimmender Teilschritt, Desaktivierung 4 • Kinetik von Stoff- und Wärmetransportvorgängen I • Molekulare Transportvorgänge • Modellierung (Ansatz nach Fick, Stefan-Maxwell) 5 • Kinetik von Stoff- und Wärmetransportvorgängen II • Diffusion in porösen Medien • (Molekular, Knudsen, Poiseuille) 6 • Kinetik von Stoff- und Wärmetransportvorgängen III • Transport an Phasengrenzflächen • Stofftransport ohne chem. Reaktion 7 • Zusammenwirken von chemischer Reaktion und Transportvorgängen – Makrokinetik I • Einfluss chemischer Reaktionen auf den Stofftransport • Gas/Feststoffreaktionen 8 • Zusammenwirken von chemischer Reaktion und Transportvorgängen – Makrokinetik II • Heterogen katalysierte Gasreaktionen: Äußere Transportvorgänge, Innere Transportvorgänge und chem. Reaktion 9 • Zusammenwirken von chemischer Reaktion und Transportvorgängen – Makrokinetik III • Flüssig/Flüssig-Reaktionen 10 • Modellierung chemischer Reaktoren I • Mischen und chemische Reaktion: Verweilzeitmodellierung (Dispersionsmodell) • Makro-, Meso-, Mikromischung, Einfluss früher und später Vermischung

	11 • Modellierung chemischer Reaktoren II • Reaktoren für heterogene Reaktionen: Fest-flüssig, Fest-gasförmig 12 • Neue Technologien I • Membranreaktoren • Mikroreaktoren 13 • Neue Technologien II • Brennstoffzelle und Reformierung • Heterogene Reaktionen im Umweltschutz 14 • Gruppenprojekt 1 • Auslegung eines Festbettreaktors für heterogen katalysierte Gasphasenreaktionen • Literaturquellen für Stoffdaten 15 • Gruppenprojekt 2 • Modellierung von Wärme- und Stofftransport sowie des Druckverlustes • Auslegung und Präsentation
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Durch die in der Vorlesung vermittelten Inhalte und insbesondere eigenständige Berechnungen und aktive Beteiligung in den Übungen und einem Gruppenprojekt (innerhalb der Übungen) zur Auslegung eines Reaktors zur heterogen katalysierten Gasphasenreaktion • sind die Studierenden mit den Berechnungsgrundlagen zur Auslegung idealer Reaktoren mit Wärmetönung vertraut; • kennen sie wesentliche Stofftransportvorgänge sowie deren Einfluss auf chemische Reaktionen und können diese modellieren; • können die Studierenden mit Hilfe von Modellierungsansätzen das Verhalten realer Reaktoren beschreiben; • lernen sie neue Reaktor- und Verfahrenstechnologien der chemischen Verfahrenstechnik kennen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.) • Durch ein Gruppenprojekt innerhalb der Übung stärken die Studierenden ihre Teamfähigkeit • Sie schulen ihre Präsentationsfähigkeiten im Rahmen der gemeinsamen Ergebnispräsentation
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Reaktionstechnik " Grundoperationen der Verfahrenstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Reaktionstechnik • Grundoperationen der Verfahrenstechnik
Literatur	Baerns,Hofmann,Renken: Chemische Reaktionstechnik, Lehrbuch der technischen Chemie 1, Wiley-VCH; 3. Auflage (1999)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modellierungsteamverantwortlicher: Philipp Friedl M. A. Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Chemische Verfahrenstechnik (401252701)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Chemische Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Chemische Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Turbulent Flows (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011728
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Introduction to Turbulence, Equatations of Fluid Motion 2. Statistical Description of Turbulence, mean Flow Equatations 3. Turbulent Round Jet, Turbulent Kinetic Energy 4. Mixing Layer, Homogeneous Shear Flow, Grid Turbulence, Intermittency 5. Energy Cascade, Kolmogorov Hypotheses, Energy Transfer 6. Velocity Spectra, Kolmogorov Spectrum 7. Channel Flow 8. Boundary Layer, Coherent Structures 9. Turbulent Viscosity Models 10. Large-Eddy-Simulation
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Turbulence is different from the courses you have taken so far. Here, equations will be important, but much of the theory is based on scaling arguments. The comprehension of dimensional analysis and scales will be important. The objective of the course is to provide the theory and knowledge for understanding, for example, of publications and seminar talks on the subject, and to serve as a basis for making a contribution to the field.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I " Strömungsmechanik II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: - Strömungsmechanik I - Strömungsmechanik II
Literatur	Pope: Tubulent Flows, Cambridge University Press, 2000
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Heinz Pitsch
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Turbulent Flows (401172801)	1. Semester	2. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Turbulent Flows	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Turbulent Flows	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Feuerungstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4016079
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 Einleitung 2 Grundlagen der Verbrennung • 2.1 Energievorräte und Energieverbrauch • 2.2 Charakterisierung der Brennstoffe • 2.3 Verbrennungsrechnung • 2.4 Energiebilanz am Wärme- oder Dampferzeuger • 2.5 Verbrennungstemperatur • 2.5.1 Theoretische Verbrennungstemperatur • 2.5.2 Wirkliche Verbrennungstemperatur • 2.6 Wärme- und Stoffübertragung an Brennstofftropfen • 2.6.1 Stationäre Wärme- und Stoffübertragung • 2.6.2 Instationäre Verdunstung • 2.7 Verbrennung von festen Brennstoffen • 2.7.1 Pyrolyse • 2.7.2 Koksabbrand • 2.7.3 Koksabbrandzeiten • 2.8 Gasstrahlung • 2.8.1 Strahlungseigenschaften • 2.8.2 Strahlungsaustausch zwischen einem strahlenden Gas und Wänden • 2.8.3 Strahlungsaustausch zwischen nicht isothermen Gasgemischen und Wänden • 2.9 CFD (Computational Fluid Dynamics)- Methoden • 2.9.1 Charakterisierung von Strömungen in Brennkammern und Feuerräumen • 2.9.2 Vorgehen bei der Modellierung von Strömungsproblemen • 2.9.3 Wechselwirkung zwischen den physikalischen Teilvorgängen • 2.9.4 Mathematische Modelle zur Beschreibung der Gasphase • 2.9.5 Numerische Methoden zur Lösung der Erhaltungsgleichungen • 2.9.6 Modellierung von Tropfen- und Partikelverbrennung 3 Schadstoffbildung bei der Verbrennung • 3.1 Kohlenstoffmonoxid CO • 3.2 Schwefeloxide SOx • 3.3 Stickstoffoxide NOx • 3.3.1 Thermische NOx-Bildung • 3.3.2 Bildung von Brennstoff-NOx • 3.3.3 Maßnahmen zur Reduktion von NOx 4 Verbrennungssysteme und ausgeführte Anlagen • 4.1 Rostverbrennung • 4.2 Gas-, Öl- und Kohlebrenner • 4.3 Wirbelschichtfeuerungen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die Funktionsweise und Auslegungsmethoden von Feuerungsanlagen im Bereich der Heizungs- und Kraftwerkstechnik. • Sie sind zur eigenständigen Berechnung und Auslegung genannter Apparate in der Lage. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

	• keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Thermodynamik • Wärme- und Stoffübertragung I • Strömungsmechanik I • Technische Verbrennung I
Literatur	Skript Feuerungstechnik
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modellierungsteamverantwortlicher: Michael Sauer B. Sc. Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Reinhold Kneer
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Feuerungstechnik (401607901)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Feuerungstechnik	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turbomaschinen und Strahlantrieben I (NIST I) (Wahlpflichtfach)
Kennung	4016378
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Turbomaschinen spielen in weiten Teilen unseres Lebens eine bedeutende Rolle. Sie sind Antriebe nahezu aller modernen Flugzeuge, werden im Bereich der Stromerzeugung eingesetzt oder sind wichtiger Bestandteil in Anlagen der Prozessindustrie. Dabei werden immer höhere Anforderungen in Bezug auf Effizienz, Emissionen und Leistungsfähigkeit gestellt. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können ist ein tiefes Verständnis der Thermodynamik, Aerodynamik und Strukturmechanik von Turbomaschinen erforderlich. Heutige Turbomaschinen haben einen technologisch derart hohen Stand erreicht, dass Verbesserungen hinsichtlich des Wirkungsgrades nur noch unter Einsatz hochwertiger Berechnungsverfahren erzielt werden können. Aufgrund der Komplexität des mathematischen Modells stellen die verfügbaren und in Entwicklung befindlichen Lösungsmethoden hohe Anforderungen an die Kenntnisse des Ingenieurs sowohl hinsichtlich der Analysis als auch bezüglich der Numerik. Daher ist es das Ziel der Lehrveranstaltung „Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turboarbeitsmaschinen und ;Strahlantrieben“ dem Ingenieur die zum Verständnis und zur Entwicklung numerischer Lösungsverfahren erforderlichen mathematischen Grundlagen zur Verfügung zu stellen. Die Vorlesung beginnt mit einer Wiederholung der Herleitung der Erhaltungsgleichungen der Fluiddynamik. Mit den bekannten Grundlagen wird das mathematische Modell auf die Besonderheiten des für Turbomaschinen einzuführenden rotierenden Bezugssystems ausgedehnt und hinsichtlich möglicher und sinnvoller Vereinfachungen analysiert. Die zunächst gewählte Vektorform der Erhaltungsgleichungen ist numerischen Lösungsverfahren jedoch nicht ohne Weiteres zugänglich. Unabhängig von der gewählten diskreten Lösungsmethode zeigt sich, dass die Tensorrechnung für die Entwicklung von Lösungsverfahren als unverzichtbare Basis anzusehen ist. Es werden dem Ingenieur alle erforderlichen Beziehungen und Regeln zur Verfügung gestellt, die im Umgang mit den Erhaltungsgleichungen der Strömungsmechanik und ihren Anwendungen von Interesse sind. Die Breite des Fachgebietes schließt im Rahmen eines Semesters eine umfassende Behandlung der Lösungsmethoden aus. Daher konzentriert sich die Veranstaltung auf einen Finite–Volumen–Ansatz, der heute als Stand–der–Technik in kommerziellen und wissenschaftlichen Programmen angesehen werden kann. Mit der Beschränkung ist es einerseits möglich, die Methodik mit der erforderlichen Tiefe zu behandeln, andererseits werden die wichtigsten Grundlagen vermittelt, die zur Einarbeitung in weiterführende Modelle sowie alternative diskrete Methoden notwendig sind.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die in der Luftfahrtantriebsindustrie verwendeten Techniken und Technologien in Bezug auf die Wertschöpfungskette der Triebwerksindustrie Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sollen in den Übungseinheiten die Fähigkeit entwickeln, Probleme eigenständig zu erkennen, zu formulieren und geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Thermodynamik • Strömungsmechanik • Grundlagen der Turbomaschinen

Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Dr.-Ing. Hannes Benetschik Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turbomaschinen und Strahlantrieben I (401637801)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turbomaschinen und Strahlantrieben I	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turbomaschinen und Strahlantrieben I	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Höhere Regelungstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012306
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Auslegung von Reglern mittels der Verfahren Betragsoptimum und Symmetrisches Optimum 2 • Einführung in die Wurzelortskurve • Auslegung von Reglern mittels der Wurzelortskurve 3 • Regelkreise mit nichtlinearen Reglern • Beschreibungsfunktion 4 • Z-Transformation • Lineare zeitdiskrete Übertragungssysteme 5 • Entwurf zeitdiskreter Steuerungen und Regelungen • Regler mit endlicher Einstellzeit 6 • Polplatzierung durch Zustandsrückführung 7 • Optimale Zustandsregelung 8 • Zustandsbeobachtung 9 • Modellgestützte Prädiktive Regelung 10 • Modellgestützte Prädiktive Regelung 11 • Robuste Regelung linearer Systeme • Parameterraumverfahren 12 • Stabilitätsanalyse nichtlinearer Systeme • Flachheit • Flachheitsbasierte Vorsteuerung 13 • Robuste Regelung nichtlinearer Systeme • Sliding Mode Control
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung können die Studierenden weiterführende Verfahren zur Synthese von Reglern für nichtlineare und lineare Strecken anwenden • Die Studierenden sind in der Lage, Verfahren im Frequenzbereich und im Zeitbereich anzuwenden • Sie kennen Regelungsmethoden, die auf einer zeitkontinuierlichen sowie auch einer zeitdiskreten Modelldarstellung basieren • Die Studierenden können Kriterien für den geschlossenen Regelkreis formulieren und sind in der Lage, entsprechend der gestellten Anforderungen adäquate Regelverfahren anzuwenden • Um weiterführenden Kriterien Rechnung zu tragen, erhalten die Teilnehmer zudem Einblick in moderne bzw. aktuell weiter entwickelte Verfahren wie z.B. Modellgestützte Prädiktive Regelung, Verfahren der Robusten Regelung oder Sliding Mode Control • Durch viele Beispiele in Vorlesung und insbesondere Übung können die Studierenden die vorgestellten Verfahren der Regelungstechnik auf praktische Aufgabenstellungen anwenden Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Vorlesung Mess- und Regelungstechnik
Literatur	• D. Abel: Regelungstechnik (Umdruck zur Vorlesung)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Note ergibt sich entweder zu 100% aus der Note der mündlichen Prüfung oder aus der Note der schriftlichen Klausur. Im Falle einer schriftlichen Prüfung können Bonuspunkte über E-Tests erzielt werden, welche nur im Falle eines Bestehens der Klausur ohne Bonuspunkte angerechnet werden. Die Bonuspunkte bleiben bestehen, bis diese erneut erworben werden können.

	Erreicht der/die Studierende mehr als die Hälfte der insgesamt erreichbaren Bonuspunkte, so erhält er auf die Note der mündlichen Prüfung eine Verbesserung von einem Notenschritt.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dirk Abel
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Höhere Regelungstechnik (401230601)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Höhere Regelungstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Höhere Regelungstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Rapid Control Prototyping (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011549
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Systembegriff • Mathematische Grundlagen für die Darstellung linearer Systeme inklusive Zustandsraumdarstellung • Definition kontinuierlicher bzw. ereignisdiskreter Systeme 2 • Einführung in die Regelungstechnik • Laplace-Transformation • Frequenzgang und Darstellung von Frequenzgängen • Lineare Regelkreisglieder • Z-Transformation 3 • Einführung in die physikalische Modellbildung • Aufstellen von Differentialgleichungen für dynamische Systeme • Aufstellen von Wirkungsplänen linearer Systeme 4 • Einführung in Matlab/Simulink • Grundlagen in Matlab • Grundlagen in Simulink 5 • Ereignisdiskrete Modellbildung • Eigenschaften von Beschreibungsmitteln • Einführung in Graphentheorie, Statecharts und Petri-Netze 6 • Einführung in die Identifikation dynamischer Systeme • Nichtparametrische Identifikationsverfahren • Korrelationsverfahren • Fourier-Transformation und Fast Fourier-Transformation 7 • Parametrische Identifikationsverfahren • Nichtrekursive Parameterschätzung • Rekursive Parameterschätzung 8 • Identifikation mittels der Gewichtsfolgenschätzung • Identifikation von nichtlinearen Prozessen • Shannon-Theorem 9 • Grundzüge des Regelungsentwurfs • Grundlagen des Regelkreises • Einführung in verschiedene Entwurfsverfahren für Regelkreisstruktur, Reglerstruktur und Reglerparameter

	10 • Grundzüge des Steuerungsentwurfs • Begriffsdefinitionen für Steuerungen • Entwurfsverfahren für diskrete Steuerungen 11 • Kontinuierliche und diskrete Simulation • Verfahren nach Euler, Heun und Runge-Kutta • Diskrete und hybride Simulation mit Stateflow 12 • Einführung in die objektorientierte Modellierung mit Modelica/Dymola • Grundzüge der Modellierungssprache Modelica • Modellierung eines Dreitankmodells in Dymola 13 • Rapid Control Prototyping • Anforderungen an ein RCP-System • Entwicklungsphasen (Software-in-the-loop, Hardware-in-the-loop) • Codegenerierung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die wesentlichen Schritte des Rapid Control Prototypings (RCP) selbständig zu unterscheiden und anzuwenden. • Sie kennen die wesentlichen Beschreibungsmittel für lineare Regelkreisglieder wie z.B. Frequenzgang sowie Zustandsraumdarstellung und können diese in der Praxis anwenden. • Die Studierenden können kontinuierliche bzw. ereignisdiskrete Prozesse beurteilen und diese mit Hilfe der physikalischen oder experimentellen Prozessanalyse bzw. den Mitteln der ereignisdiskreten Modellbildung untersuchen. • Aufbauend auf den ermittelten Systembeschreibungen können die Studierenden geeignete Regelverfahren auswählen sowie die erforderlichen Reglerparameter für P-, PD-, bzw. PID-Regler bestimmen und somit eine einschleifige Regelung für das System entwerfen. • Die Studierenden sind in der Lage, die wesentlichen Simulationsverfahren sowohl für die kontinuierliche als auch für die ereignisdiskrete Simulation zusammenzufassen und anzuwenden. Die Grundlagen der hybriden Simulation sind ihnen bekannt. • Die Unterschiede zwischen dem objektorientierten Ansatz der Modellierungssprache Modelica und dem signalorientierten Ansatz in Simulink sind den Studierenden bekannt. Sie sind in der Lage, mit Hilfe des Simulationstools Dymola Systeme auf Basis der objektorientierten physikalischen Modellbildung zu simulieren. • Die für das RCP typischen Begriffe Software-in-the-Loop und Hardware-in-the-Loop können von den Studierenden unterschieden werden. Weiterhin sind ihnen die Entwicklungsphasen sowie die Code-Generierung als wesentlicher Bestandteil des RCP bekannt. Typische Hard- und Software für das RCP können von den Studierenden benannt werden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können während der Übung die Inhalte der Vorlesung an praxisorientierten Beispielen in Gruppen von maximal 3 Studierenden an einem PC vertiefen, so dass Teamarbeit gefördert wird.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• D. Abel; A. Bollig: Rapid Control Prototyping; Springer Verlag, ISBN: 3-540-29524-0 • D. Abel: Regelungstechnik (Umdruck zur Vorlesung)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Note ergibt sich entweder zu 100% aus der Note der mündlichen Prü;fung (15 min) oder aus der Note der Klausur (60min). Die Klausur kann dabei entweder schriftlich oder elektronisch erfolgen.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dirk Abel
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Rapid Control Prototyping (401154901)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Rapid Control Prototyping	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Rapid Control Prototyping	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Luftfahrtantriebe I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013365
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Moderne Luftfahrtantriebe spielen im weltweiten Personen- und Warenverkehr eine bedeutende Rolle. Flugzeuge sind fester Bestandteil unserer modernen Infrastruktur und benötigen für einen profitablen Einsatz hoch effiziente und leistungsstarke Triebwerke. Um diese Anforderungen erfüllen zu können, ist ein tiefes Verständnis der Aero- und Thermodynamik in den unterschiedlichen Luftfahrtantrieben erforderlich. Die Vorlesung Luftfahrtantriebe I gibt einen ersten Einblick in das Thema Luftfahrtantriebe. Im Fokus stehen die grundlegende Funktionsweise und der Aufbau des Einwellen-Turbinen-Luftstrahl-Triebwerks und seiner Komponenten. Durch den analytischen Charakter der Vorlesung werden die physikalischen Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Triebwerkskomponenten nachvollziehbar aufgezeigt und die wichtigsten Parameter der Triebwerksauslegung und Triebwerksnachrechnung abgeleitet. Dabei kommen vereinfachte analytische Berechnungsmethoden zum Einsatz um für das Triebwerk wichtige Zielgrößen, wie den Schub oder den spezifischen Brennstoffverbrauch in erster Größenordnung zu bestimmen. Neben den analytischen Methoden werden auch numerische Rechenmethoden vorgestellt, wie sie aktuell in der Industrie Anwendung finden. Im Rahmen der Vorlesung werden Sie sich zudem erste Fähigkeiten im Umgang mit der gängigen Gasturbinen Performance Software GasTurb aneignen.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen den Aufbau und die Funktionsweise von Fluggasturbinen • Sie sind in der Lage die aerothermodynamischen Gleichungen für Prozessberechnungen anzuwenden • Sie kennen die Aufgabe und Funktion der einzelnen Triebwerkskomponenten • Die Studierenden können das Betriebsverhalten von Flugtriebwerken anhand der Kennfelder erklären • Sie sind in der Lage, Schub und Brennstoffverbrauch zu ermitteln und zu analysieren Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren. • Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Thermodynamik • Strömungsmechanik • Grundlagen der Turbomaschinen
Literatur	• Koschel, W. und Niehuis, R.: Luftfahrtantriebe, Vorlesungsumdruck • Münzberg, H.G.: Flugantriebe, Springer Verlag Berlin 1972
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur Bonuspunktesystem: Durch erfolgreiches Bearbeiten der elektronischen Prüfungen können bis zu 10% Bonuspunkte bezogen auf die reguläre Klausur erreicht werden. Auch ohne diese Bonuspunkte können in der regulären Klausur 100 % der Punkte erreicht werden. Die Notenverteilung wird ausschließlich anhand der Ergebnisse aus der regulären Klausur festgelegt. Hat ein Studierender auf Basis dieser Notenverteilung die Klausur mit mindestens 4.0 bestanden, so werden ihm seine in den elektronischen Prüfungen erreichten Bonuspunkte angerechnet. Aus der Summe der Klausur- und Bonuspunkte ergibt sich nach der zuvor festgelegten Notenverteilung die Endnote. Jeder Studierende hat auch ohne Teilnahme an den elektronischen Prüfungen die Möglichkeit, das Modul mit einer 1.0 abzuschließen. Die Bonuspunkte gelten für das Semester, in dem die Zwischenprüfung durchgeführt wurde und das darauffolgende Semester. Im Semester, in dem die Zwischenprüfung angeboten wird, verfallen Bonuspunkte aus dem vorherigen Jahr.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Luftfahrtantriebe I (401336501)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Luftfahrtantriebe I	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Luftfahrtantriebe I	2. Semester	1. Semester	-	2
Bonuspunkteprüfung Luftfahrtantriebe I	2. Semester	1. Semester	-	0

Modultitel	Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014404
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Grundlegende Prinzipien von Modellierung und Simulation 2. Welche Modelle und Simulationen sind in der Technik von Bedeutung? 3. Physikalische Modellierung (Strömungsmodellierung, Wärmeübertragungsmodellierung, Strukturmechanik, etc.) 4. Fallstudien, Beispiele aus der aktuellen Forschung aus der Kunststofftechnik und Textiltechnik 5. Anwendungstechnik (z.B. Werkzeugtemperierung, Reduzierung der Maschinenstillstände) 6. Optimierung und Optimierungsstrategien in der Modellierung und Simulation
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Modellierung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik vertraut. • Sie kennen die relevanten physikalischen Modelle zur Beschreibung kunststoff- und textiltechnischer Modelle und können sie auf konkrete Fragestellungen anwenden. • Die Studierenden sind in der Lage mit physikalischen Modellen zu beschreibende kunststoff- und textiltechnische Prozesse mit Hilfe numerischer Methoden zu simulieren. • Die Studierenden sind in der Lage die gewonnenen Erkenntnisse auf konkrete Fragestellungen aus dem Bereich der kunststoff- und textiltechnischen Prozesse, Verfahren und Maschinen anzuwenden und diese gezielt zu optimieren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Durch die praktischen Kleingruppenübungen am Rechner lernen die Studierenden, im Team Problemstellungen selbstständig und unter Anleitung zu lösen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Programmierkenntnisse
Literatur	• Vorlesungsumdruck (erhältlich am ITA und IKV), zahlreiche Abbildungen • Online-Vorlesung auf der Homepage des ITA
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Bonuspunkte für Hausaufgaben: Durch das erfolgreiche Bearbeiten der drei (bzw. vier) vom IKV ausgegebenen Übungsaufgaben können je 2 (bzw. 1,5) Bonuspunkte (in Summe 6 P, also 5% der Klausurpunkte) erlangt werden. Die Punkte werden nur auf die beiden unmittelbar auf den Veranstaltungszyklus folgenden Klausuren angerechnet. Benotung: Note der Klausur (zzgl. Bonuspunkte). Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist durch Bonuspunkte NICHT möglich.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr.-Ing. Dieter Veit Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christian Hopmann

ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik (401440401)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Machine Dynamics of Rigid Systems (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017428
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. introduction / basic principles / planar kinematics and dynamics of rigid bodies 2. dynamic force analysis of planar mechanisms with rigid links: graphical technique / analytical approach 3. dynamic motion analysis of planar mechanisms with rigid links (neglecting friction) 4. kinematics and dynamics in single slider reciprocating machines: dynamically equivalent system of connecting rod / determination of frame torque 5. mass balancing for single slider reciprocating machines: determination / balancing of inertia forces &; determination / balancing of inertial moments 6. mass balancing for multi slider reciprocating machines: determination (incl. graphical approach) / balancing of inertia forces &; determination / balancing of inertial moments 7. introduction into power smoothing in mechanisms and slider reciprocating machines 8. equations of motion: external forces and moments / kinetic energy / potential energy 9. solution of equation of motion: general / for constant mass moment of inertia / for constant angular velocity / for specified instantaneous speed and acceleration / for constant energy 10. fluctuation of angular velocity / non uniformity factor 11. influence of flywheel on angular velocity &; analytical / approximative calculation of flywheel
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: The students know the fundamental means for mass balancing and power smoothing of single slider reciprocating machines and other general mechanical systems. The students have the ability to explain and derive the mass forces and mass moments of single and multi slider reciprocating machines. The students know about the basic relations, resulting in fluctuating angular velocities due to varying mass moments of inertia and varying loads as reduced to a reference shaft. The relations can be derived and explained. Fertigkeiten und Kompetenzen: The influencing factors for fluctuating speeds in single and multi slider reciprocating machines can be described. Based on that potential means for power smoothing can be derived. Students have the ability to derive the required kinematic and dynamic relations for the machines and mechanisms under investigation. Moreover, balancing of machines and mechanisms with high mass forces can be performed, including design issues and mathematical derivations. From the dynamic analyses, students learn to develop practical and innovative instructions for mass balancing and power smoothing. To sum up, student gain fundamental knowledge that can be applied to related industrial challenges (including special machine construction and specifications) in the field of design improvement by means of mass balancing and power smoothing.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Mechanics I, II, III • Mathematics I, II, III und numerical Mathematics
Literatur	Veranstaltungsliteratur:

	• Lecture notes "Maschine Dynamics of Rigid Systems" • Lecture slides Empfohlene weiterführende Literatur: Dresig, H.; Holzweißig, F.: Maschinendynamik / VDI-Richtlinie 2149: Getriebedynamik (Fachausschuss A204, Ltng. Prof. Dresig) Blatt 1: Starrkörper-Mechanismen / Dresig, H.: Schwingungen mechanischer Antriebssysteme / Gasch, R.; Nordemann, R.; Pfützner, H.: Rotordynamik / Pfeiffer, F.: Einführung in die Dynamik / Magnus, K.; Popp, K.: Schwingungen / Heimann, B.; Gerth, W.; Popp, K.: Mechatronik / Ulbrich, H: Maschinendynamik
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The final grade results from the oral exam, the written exam or the e-test, whichever applies.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: apl. Professor Dr.-Ing. Mathias Hüsing
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Machine Dynamics of Rigid Systems (401742801)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exercise Machine Dynamics of Rigid Systems	2. Semester	1. Semester	-	2
Lecture Machine Dynamics of Rigid Systems	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Advanced Software Engineering (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011680
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung in das Software Engineering 2. Einführung in das Programmieren 3. Lebenszyklus der Software-Entwicklung 4. Anforderungserhebung 5. Analyse-Phase 6. Entwurfsphase 7. Entwurfsmuster 8. Implementierungsphase 9. Test-Phase 10. Management von Software-Projekten 11. Agile Software-Entwicklung 12. Agile Methoden 13. Besuch der Labore des IMA/ZLW & IfU
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die verschiedenen Modelle zur Softwareentwicklung und können diese auf konkrete Fragestellungen übertragen. • Sie verstehen, zu welchem Zweck, unter welchen Bedingungen und mit welchen Folgen Computersysteme eingesetzt werden, um Probleme im Bereich des Maschinenwesens zu lösen. • Die Studierenden haben die Fähigkeit, die erlangten Kenntnisse zur objekt-orientierten Programmierung auf verschiedene maschinenwesen-bezogene Probleme zu übertragen. • Sie verstehen die generelle Struktur und Funktionalität von Software. • Die Studierenden haben einen Überblick über die wichtigsten Werkzeuge und theoretischen Grundlagen der Softwareentwicklung, der insbesondere bei interdisziplinären Projekten angewandt werden kann, die Softwareentwicklung einbeziehen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Probleme zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten. • Ferner trägt die Simulation eines kleinen Projektes bzw. speziell die Planungs- und Designphase dazu bei, abstraktes Denken zu fördern. • Die Ergebnisse der Kleingruppen werden von den Studierenden im Rahmen der Übung vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern. Durch die Kleingruppenarbeit in den Übungen werden kollektive Lernprozesse gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...) • Grundkenntnisse in einer Programmiersprache (z.B. C, C++)

Literatur	• Bruegge, B.; Dutoit, A. (2009): Object-Oriented Software Engineering Using UML, Patterns and Java. Boston: Pearson. • Sommerville, I. (2010): Software engineering. Boston: Pearson
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche oder eine schriftliche ;Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dipl.-Inform ;Daniel Lütticke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Advanced Software Engineering (401168001)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Advanced Software Engineering	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Advanced Software Engineering	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie (Wahlpflichtfach)
Kennung	1618278
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: Begriffe, Definitionen, Geschichte 2 • Einteilung von Schadstoffen 3 • Umweltmedien: Boden, Wasser, Luft 4 • Umweltrelevante organische Fremdstoffe 5 • Umweltrelevante anorganische Schadstoffe 6 • Abiotische Transformationsprozesse 7 • Umweltanalytik 8 • Bioverfügbarkeit, Aufnahme von Schadstoffen 9 • Toxikokinetik, Bioakkumulation 10 • Akute Toxizität 11 • Biotische Transformationsprozesse 12 • Mechanismus spezifische Toxizität 13 • Indirekte Effekte auf Ökosysteme; Risikoanalyse und -bewertung 14 • Profil Institut für Umweltforschung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben Kenntnisse und Methodenwissen, um Umweltchemikalien in verschiedenen Matrizes und deren ökotoxische Effekte auf Organismen, Populationen und Ökosysteme zu analysieren und zu bewerten. • Insbesondere kennen sie den „Boden“ als komplexes Ökosystem und haben Einblicke in die vielfältigen biotischen und abiotischen Wechselwirkungen gewonnen.

	• Außerdem kennen die Studierenden wichtige Methoden der Umweltanalytik und des Biotesting. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine Die gelehrten Inhalte dieses Moduls gehen, ebenso wie die zu vermittelnden Kompetenzen, über das Niveau eines Bachelormoduls hinaus. Aufbauend auf den Inhalten des Bachelors werden hier tiefergehende Inhalte / Kompetenzen auf Masterniveau erworben.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, &): Chemie für Verfahrenstechniker Chemisches Praktikum Vorlesung Ökologie
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Gisi et al. Bodenökologie, • Kuntze et al. Bodenkunde, • Scheffer/Schachtschabel Lehrbuch der Bodenkunde, • Thier/Frehse Rückstandsanalytik von Pflanzenschutzmitteln, • Otto Analytische Chemie, • Lewandowski Schadstoffe im Boden, • Bliefert Umweltchemie, • Fent: Ökotoxikologie; • Nentwig et al. Ökologie
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausurarbeit (oder mündliche Prüfung), Benotung: benotet, Gewichtung: 100 %
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Timur Toygar M. A.Modellierungsteamverantwortlicher: Dipl.-Verw. Wirtin (FH) Nina TheisModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Andreas Schäffer
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie (161827801)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Lasermesstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011691
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung in die Lasermesstechnik: Grundlagen, Anwendungen, Markt, Entwicklungstrends 2. Eigenschaften der Laserstrahlung: elektromagnetische Welle, Strahlparameter, Bestrahlungsstärke, Phase, Ausbreitung, Wellenlänge, Polarisation, Beugung, Kohärenz, Vergleich Laserstrahlung - thermisches Licht, Gaußscher Strahl 3. Wechselwirkung Laserstrahlung - Materie: Teilchencharakter, Reflexion, Brechung, Absorption; Lichtstreuung - Rayleigh, Mie, Raman; Frequenzverdopplung, Doppler-Effekt 4. Strahlformung und -führung: optische Elemente zur Strahlmodulation, Strahlablenkung und -teilung, Veränderung der Polarisation, Modulation der Intensität, Wellenlängenmodulation, Phasenschiebung, Ausbreitung Gaußscher Strahlen, optische Fasern 5. Detektion elektromagnetischer Strahlung: thermische Detektoren, photoelektrische Detektoren, Halbleiterdetektoren, ortsauflösende Detektoren, Messung von Detektorsignalen 6. Laser-Interferometrie: Grundlagen, Superpositionsprinzip und komplexe Schreibweise, Abstandsmessungen mit Laser-Interferometer, Polarisationsinterferometer, Doppelfrequenzinterferometer, Wellenlänge als Längenmaßstab, Messbereich und -genauigkeit, Winkelmessung, Geradheitsmessung, Twyman-Green-Interferometer, Anwendungsbeispiele 7. Holografische Interferometrie: Prinzip der Holografie und holografischen Interferometrie, Doppelbelichtungsverfahren, Echtzeitverfahren, Empfindlichkeitsvektor, Objekttranslation und -rotation, Phasenshiftverfahren, Messaufbau, Anwendungsbeispiele 8. Speckle-Messtechnik: Entstehung von Speckles, Speckle-Fotografie, abbildende Speckle-Fotografie, unfokussierte Speckle-Fotografie, Speckle-Interferometrie, Zeitmittelungsverfahren, Anwendungsbeispiele 9. Laser-Triangulation: Prinzip, Scheimpflug-Bedingung, Kennlinie eines Triangulationssensors, Einflussgrößen bei der Laser-Triangulation, Strahlverlauf, Eigenschaften der Objektoberfläche, Detektor und Signalauswertung, atmosphärische Einflüsse, Konturmessung, Anwendungsbeispiele 10. Laser-Doppler-Verfahren: Doppler-Effekt, Laser-Vibrometer, Laser-Doppler-Anemometer, Signalverarbeitung, Messbereich, Anwendungsbeispiele 11. Optische Kohärenztomographie (OCT): Time-Domain OCT, Fourier-Domain OCT, Signalauswertung, Auflösung und Messbereich, Anwendungsbeispiele 12. Laser-Spektroskopie I: Laser-Emissionsspektroskopie (LlBS), Verdampfung und Plasmabildung, zeitaufgelöste Spektroskopie, Spektrenauswertung, Messbereich, Anwendungsbeispiele 13. Laser-Spektroskopie II: Laser-induzierte Fluoreszenz (LIF), Light Detection and Ranging (LIDAR), differentielles Absorptions-LiDAR, Signalverarbeitung, Messbereich, Anwendungsbeispiele; Coherent Anti-Stokes Raman Spectroscopy (CARS), Messbereich, Anwendungsbeispiele 14. Laser, Laseranlagen, Begriffe, Sicherheit - Normen und Regelwerke
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studenten kennen die maßgeblichen Grundlagen für Lasermessverfahren: Eigenschaften der Laserstrahlung, Wechselwirkung Laserstrahlung mit Materie, Strahlformung und -führung sowie Detektion elektromagnetischer Strahlung. • Die Studenten können selbstständig Berechnungen zu Strahlformung, Interferenzerscheinungen, Beugungsphänomenen, Kohärenzeigenschaften, Reflexion und Brechung, Lichtstreuung, Polarisation, Ausbreitung Gaußscher Strahlen, optische Fasern, Detektion von Laserstrahlung sowie Sicherheit von Laserstrahlung durchführen. • Sie sind mit den Grundprinzipien und Eigenschaften der Lasermessverfahren vertraut: Interferometrie, Holografie, Speckle-Messtechnik, Laser-Triangulation, Laser-Dopplerverfahren, optische Kohärenztomographie, Laser-Spektroskopie. • Sie kennen die etablierten Einsatzgebiete und die Potentiale der Lasermesstechnik in der Produktionstechnik sowie in Forschung- und Entwicklung.

	Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studenten sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu erörtern und selbstständig zu lösen, diese Lösungen zu präsentieren und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Skript • A. Donges, R. Noll: Lasermesstechnik - Grundlagen und Anwendungen, Hüthig-Verlag (Neuauflage in engl. 2013, Springer-Verlag)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• 1 Klausur oder • 1 mündliche Prüfung Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder der Note der mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Reinhard Noll
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Lasermesstechnik (401169101)	1. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Lasermesstechnik	1. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Lasermesstechnik	1. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Wissenschaftstheorie und Forschungsmethodik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011660
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Einführung, Forschungsmethoden, Kreativitätstechniken, Modellbildung, Evaluation wissenschaftlicher Arbeiten, Validierung von Ergebnissen, Grundlagen der Statistik, Veröffentlichung von Forschungsergebnissen
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Somit kennen die Studierenden insbesondere • Wissenschaftliche Arbeitsweisen • Eigenschaften zur Klassifikation von wissenschaftlichen Methoden • Präsentations- und Veröffentlichungssystematiken Dadurch sind die Studierenden in der Lage, bekannte und neu erlernte Arbeitsmethoden zu klassifizieren und fähig, über das eigene wissenschaftliche Selbstverständnis zu reflektieren. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden können geeignete Methoden für Forschung und Entwicklung auswählen und ihre Eignung für komplexe Problemstellungen bewerten. Sie sind in der Lage, die ausgewählten Methoden in geeigneten Kontext zielführend anzuwenden. Die Studierenden können methodisch Ideen generieren und diese systematisch verarbeiten und sind in der Lage erarbeitete Modelle und Forschungsergebnisse strukturiert und wissenschaftlich darzulegen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Umdruck, Video
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt zu 2/3 aus einer Hausarbeit und zu 1/3 aus der Präsentation und Rückfragen (A) Die Präsentation wird zunächst mit Punkten bewertet. Dabei gelten folgende Entsprechungen: Die (Einzel-)Note 1,0 entspricht einer Punktzahl von 42 Punkten; bis einschließlich zur Note 4,0 entspricht die Verschlechterung der Note um einer Tendenz einer Abnahme der Punktzahl um 3 Punkte. (Beispiel: 1,7 ist um zwei Tendenzen schlechter als 1,0; subtrahiere von 42 also 2*3 Punkte und erhalte 36 Punkte.) Die Note 5,0 entspricht 0 Punkten. (B) Auch die Hausarbeit wird zunächst mit Punkten bewertet. Dabei gelten folgende Entsprechungen: Die (Einzel-)Note 1,0 entspricht einer Punktzahl von 84 Punkten; bis einschließlich zur Note 4,0 entspricht die Verschlechterung der Note um einer Tendenz einer Abnahme der Punktzahl um 6 Punkte. (Beispiel: 2,3 ist um vier Tendenzen schlechter als 1,0; subtrahiere von 84 also 4*6 Punkte und erhalte 60 Punkte.) Die Note 5,0 entspricht 0 Punkten.

	C) Durch einen freiwilligen Test können zusätzliche Punkte erarbeitet werden. Sind im Test 75% bis 89,99...% korrekt, erhält man 9 zusätzliche Punkte. Sind im Test 90% oder mehr korrekt, erhält man 18 zusätzliche Punkte. (D) Die Gesamtnote wird ermittelt, indem die Punkte unter (A) - (C) addiert und anschließend durch 3 dividiert werden. Daraus ergibt sich eine Punktzahl, die gemäß der folgenden Skala einer Note entspricht: 1,0: 40 oder mehr Punkte 1,3: 37-39 Punkte 1,7: 34-36 Punkte 2,0: 31-33 Punkte 2,3: 28-30 Punkte 2,7: 25-27 Punkte 3,0: 22-24 Punkte 3,3: 19-21 Punkte 3,7: 16-18 Punkte 4,0: 13-15 Punkte 5,0: 12 oder weniger Punkte
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Modultitel	Advanced Finite Element Methods for Engineers (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013866
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• General introduction, concept of the finite element method • Symbolic assembly procedure • Global and local coordinates • Stiffness matrix for trusses / coordinate transformation • Variational techniques • Solution of truss structures • Variational techniques, Euler-Lagrange equation • Natural and forced boundary conditions • Multiple integrals, Gauss-Theorem • Variations of elementary algebraic functions • Variational principle for linear self-adjoint diff. operators • Solution of some classical variational problems • Principle of virtual work as a weak form of the momentum balance, variational principles of mechanics (Lagrange, Hu-Washizu) • Differential equation of a linear elastic bar, analytic solution for various load cases • Rayleigh-Ritz method, weighted residual approximations, Point or subdomain collocation • Galerkin method, least-squares method, linear elastic bar approximated by a continuous shape function • Displacement formulation • Three-field (mixed) formulation • Examples to weighted residual approximations • Requirements to shape functions • Continuous shape functions, piecewise defined shape functions, approximation by piecewise defined shape functions. • 2-d problems of elasticity, triangular element, plain strain and plane stress problems, • Torsion of a prismatical bar • Examples for plain strain and plane stress problems discretized by linear triangular elements • Axisymmetric stress analysis, 3-d stress analysis

	• Construction of 2-d and 3-d finite elements (Lagrange and serendipity family) • Concept of hierarchical shape functions • Concept of mapping in iso-parametric finite elements • Application of numerical integration in 1-d, 2-d and 3-d finite element problems • Non-linear finite element problems (Newton-Raphson method) • Dynamic (time-dependent) finite element problems, time step size and mass scaling • Applications to fluid flow problems, weak form of the Navier-Stokes equation
Lernziele/Lernergebnisse	The aim of the course is to impart the basic knowledge about finite element methods and their application to solid and structural mechanics. The students will • understand why the FE-Method and the other numerical methods behind are important for engineering practice • understand the basic concept of FEM • be able to find solutions for trusses with a variety of boundary conditions • understand the fundamental concept of variational calculus • be able to find solutions for mechanical problems by using weighted residual methods • be able to use finite element method for plane strain, plane stress and torsion problems • be able to construct finite elements with linear and non-linear shape functions • understand the application of numerical integration in finite element method • understand the concept of non-linear and time-dependent finite element problems In addition, voluntary programming exercise sessions are offered to deepen the theoretical understanding. A simple FEM solver is developed in Python, numerical integration schemes are discussed and the FEniCS programming package is introduced.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0

Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Advanced Finite Element Methods for Engineers (401386601)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Advanced Finite Element Methods for Engineers	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Tutorial Advanced Finite Element Methods for Engineers	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Mehrphasenströmung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017887
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	- Overview (time scale analysis, governing equations, thermodynamics) - Physical description (Navier-Stokes equations, surface tension, phase change, N-equation models) - Interface dynamics (curvature effects, moving mesh methods, marker methods, level set methods, volume of fluid methods) - Particle dynamics (Particle description, drag laws, single droplet mass transfer, coll ision and coalescence models, Basset-Boussinesq-Oseen equation) - Reacting particles (Stefan Flow, film models, coal combustion, particle clouds) - Lagrangian modeling for sprays (primary breakup, secondary breakup, dropleUwall interaction) - Statistical modeling for dispersed phases (PDF methods, Monte carlo methods, FokkerPlanck methods) - Experimental methods (LDA, PDA, PIV, DBI, Schlieren, OH* chemiluminescence) - Applications in process engineering (process reactor, absorber, hydrocyclone, bubble column, particle beds and clouds, pneumatic and hydraulic transport, Sherwood correlations) - Applications in engine injection (hydraulic flip, injector types, injection strategies)
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge: The course will focus on theoretical, experimental, modeling, and computational aspects of multiphase systems in dispersed and separated regimes. Students get a basic knowledge and oveNiew of the field of multiphase flows. They gather understanding of the main toolkit to describe and understand multiphase flow phenomena, and to model and simulate practical applications. Competences: Students are able to understand publications and talks on the subject. They can make their own contributions to the field. They can also develop basic programs for multiphase models and use state-of-the-art codes.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Basic knowledge in fluid mechanics, partial differential equations. thermodynamics, and numerical methods
Literatur	Fluid Dynamics and Transport of Droplets and Sprays, W. A. Sirignano Multiphase Flows with Droplets and Particles, C. T. Crowe, J. D. Schwarzkopf, M. Sommerfeld, Y. Tsuji
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	A written or an oral exam
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Heinz Pitsch
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Multiphase Flows	1. Semester	2. Semester	6	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Multiphase Flows	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Multiphase Flows	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Ramanspektroskopie in der Energie- und Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017883
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Im Rahmen dieser Vorlesung werden neben den theoretischen, die experimentellen Grundlagen der Raman-Spektroskopie vorgestellt. Dazu werden u.a. die für das Verständnis notwendigen Themen aus den Bereichen Optik und Datenauswertung behandelt. Ziel der Vorlesung ist es, die Studierenden in der Lage zu versetzen, selbstständig Experimente mit der Raman-Spektroskopie durchzuführen und auszuwerten. Dazu erhalten die Studierenden u.a. die Gelegenheit, in den Übungen, einzelne Optikkomponenten zu handhaben wie auch Experimente an bestehenden Raman-Aufbauten durchzuführen. Die Inhalte für die einzelnen Vorlesungstermine sind: Inhalt • VL1 - Prinzip der Ramanspektroskopie • VL2 - Komponenten für Raman-Experimente I: Linsen (geometrische Optik) • VL3 - Komponenten für Raman-Experimente II: Spiegel, Filter (Wellenoptik) • VL4 - Komponenten für Raman-Experimente III: Gitter ((Wlennoptik) • VL5 - Komponenten für Raman-Experimente IV: Spektrometer & Detektor • VL6 - Komponenten für Raman-Experimente V: Laser • VL7 - Raman-Effekt I: klassisch • VL8 - Raman-Effekt II: quantenmechanisch • VL9 - Auswertung I: Spektrenvorbehandlung • VL10 - Auswertung II: Kalibrieren & quantitative Auswertemethoden • VL11 - Raman-Varianten I: CARS • VL12 - Raman-Varianten II: SERS, TERS & neuste Entwicklungen
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden kennen Raman-Spektroskopie als analytisches Verfahren in der Verfahrens- und Energietechnik. Die Studierenden haben sich dazu folgendes Wissen angeeignet: • theoretische, physikalische Grundlagen des Raman-Effekts • Einsatzgebiete der Raman-Spektroskopie im Rahmen der Verfahrens- und Energietechnik • Varianten der Raman-Spektroskopie, (CARS, SERS, TERS) • experimentelle Aufbauten für die Raman-Spektroskopie: einzelne Komponenten und deren Zusammenwirken • verschiedene Methoden zur Interpretation von Raman-Spektren Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, experimentelle Einrichtungen zu bedienen, eigene Experimente im Optiklabor aufzubauen, Experimente durchzuführen und die erhaltenen Messergebnisse zu interpretieren. Weiterhin können sie anhand der vom Hersteller genannten Spezifikationen beurteilen, inwieweit kommerziell angebotene Raman-Anlagen für eine spezielle Messaufgabe geeignet sind.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Veranstaltungsliteratur: • Vandenabeele, P. (2013) Practical Raman Spectroscopy. 1. Aufl., John Wiley & Sons, Ltd Empfohlene weiterführende Literatur: • Eichler, H., Freyberger, M., Fuchs, H., et al. (2008). Bergmann, Schäfer: Optik. 10 Aufl., Gruyter • Demtröder, W. (2011) Laserspektroskopie 1. 6. Aufl., Springer-Verlag Berlin Heidelberg • Demtröder, W. (2011) Laserspektroskopie 2. 6. Aufl., Springer-Verlag Berlin Heidelberg • Haken, H., Wolf, H., C. (2006) Molekülphysik und Quantenchemie. 5. Aufl., Springer-Verlag Berlin Heidelberg
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Koß
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	30
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Ramanspektroskopie in der Energie- und Verfahrenstechnik (401788301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Ramanspektroskopie in der Energie- und Verfahrenstechnik	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Ramanspektroskopie in der Energie- und Verfahrenstechnik	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Regelungstechnisches Seminar (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017849
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Zeitdiskrete Systeme, z-Transformation, Stabilität 2. Nichtlineare Systeme, Lyapunov-Funktionen, Stabilität 3. Parameterraumverfahren 4. Zustandsbeobachtung über Kalmanfilter 5. und folgende Vortragsthemen nach Wahl der Studenten. Mögliche Themen sind hierbei: • Adaptive Regelung, • Fuzzy-Control, • Passivitätsbasierte Regelung, • Robuste Regelung, • Multi-Agenten-Systeme, • Regelung vernetzter Systeme, • Fehlertolerante Regelsysteme, • Regelung mittels Spieltheorie, • Schaltende Systeme, • Youla-Kurcera Parametrisierung, • Regelung von Port-Hamilton-Systemen, • Extremum-Seeking und andere
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen kennen die Studenten ein breites Methodenspektrum zu Reglerauslegung. Sie wissen um die praktische Anwendung dieser Verfahren sowie um ihre Vor- und Nachteile. Auch sind sie sich aktueller Forschungstrends in der Regelungstechnik bewusst. Zudem verstehen sie die konzeptionellen Unterschiede zwischen den verschiedenen regelungstechnischen Methoden. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, für ein gegebenes System ein geeignetes Regelungsverfahren auszuwählen und diese Wahl wissenschaftlich zu begründen. Zudem können sie sich neue Regelungsverfahren schnell selbständig über Fachliteratur aneignen und sind fähig, diese in den Kanon der regelungstechnischen Methodik korrekt einzugliedern. Des Weiteren können sie durch die theoretische Abstraktion und gleichzeitige praktische Konkretisierung der Verfahren diese in wissenschaftlich und didaktisch ansprechender Weise einem breiten Publikum präsentieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Regelungstechnik oder Systemtheorie; wesentliche Inhalte aus „Höhere Regelungstechnik" werden zu Beginn wiederholt, womit der Besuch von „Höhere Regelungstechnik" keine Voraussetzung ist.
Literatur	-
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 75% aus der mündlichen Prüfung und zu 25% aus dem Referat
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Abel
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Regelungstechnisches Seminar	1. Semester	2. Semester	3	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Regelungstechnisches Seminar	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Robotic Systems (Wahlpflichtfach)
Kennung	4018563
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1st Lecture Introduction to Industrial Robots (History of Robotics, Definition of Robotics, World Robotic Market, Requirements and application scenario, Essential construction elements of an industry robot, Category of robotics, Robotic Companies and StartUps, Future smart and intelligent Robots) 2nd Lecture Introduction to Advanced Robots (Advanced, Space, Food, Medical, Home Cleaning Robots, Mobile Manipulators, Intelligent Vehicles, World Robotic market: Service Robotics) 3rd Lecture General Robot Structures (Joints and Motion, Degree of Freedom, Workspaces, Different Classifications) 4th Lecture Structural Synthesis (Selection of robotic structures / quantitative optimization) 5th Lecture Robot End-effector Technology (Types and function of different End-effector technologies) 6th Lecture Gripper Technology (Characteristics of Objects, The Grasp, Gripper Mechanisms, Merit Indices, Design) 7th Lecture Components of Robotic Systems (Gears) 8th Lecture Components of Robotic Systems (Actuators) 9th Lecture Components of Robotic Systems (Sensors and Vision Systems) 10th Lecture Components of Robotic Systems (Control and Safety Architecture) 11th Lecture Properties and Benchmarking (Performance evaluation) 12th Lecture Mobile Manipulators (Types of Wheels, Kinematic Constrains, Robot Configuration Variables, Characterization of robot mobility, Wheeled Robot Structures) 13th Lecture Control and Path Planning (Artificial Intelligence)
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and understanding: The students have a profound comprehension of the fundamentals of robotic systems as well as the components used to build and run a robotic system. Thus, they are capable of comprehending, describing and analyzing robotic systems and components. Skills and competencies: The students got a brief overview about existing and future robotic systems. The students are capable of running through the development and implementation process of a mechatronic robotic gripper. They have the ability to analyse the kinematic structure of robots as well as grippers. Furthermore, they have the knowledge and the ability to launch and use general robotic components (stepper motor, sensors) and control (via microcontroller) the kinematic structures to complete it to a full mechatronic system. For the development of the gripper during the project, the students use general methods of structural synthesis and follow the development guidance for mechatronic systems (VDI 2206).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Recommended requirements: - mechanic (kinematic, dynamic) - mathemaitc I,II,III
Literatur	- Lecture slides - Exercise slides Recommended literatur:

	- Siciliano, B.: Robotics; Modelling, Planning and Control, Springer International Publishing, 2009, eBook ISBN 978-1-84628-642-1, DOI 10.1007/978-1-84628-642-1 - Siciliano, B. (Hrsg.): Springer Handbook of Robotics, Springer International Publishing, 2016, eBook ISBN 978-3-319-32552-1, DOI 10.1007/978-3-319-32552-1
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	A written or an oral exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: apl. Professor Dr.-Ing. Mathias Hüsing
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Robotic Systems (401856301)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Robotic Systems	1. Semester	2. Semester	-	2
Exercise Robotic Systems	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Advanced Robotic Kinematics and Dynamics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4018564
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1st Lecture Introduction of Robotic Systems (Industrial root brief introduction, Modelling, Planning and Control) 2nd Lecture Position, Orientation and Rotation Matrix (Pose of Rigid Body, Rotation Matrix, Composition of Rotation Matrices, Euler Angles, Axis and Angle, Unit Quaternion) 3rd Lecture Coordinate System/Homogeneous Transformations/Joints (Coordinate Systems, Homogeneous transformations, Joints) 4th Lecture Direct Kinematics – Serial/Parallel (Direct Kinematics -->; Two planar arm, Denavit-Hartenberg Convention, Kinematics of typical manipulator structures) 5th Lecture Inverse Kinematics (Joint and operational space, workspace, redundancy, Inverse kinematics, Problems and Properties, Analytical and Numerical Solutions) 6th Lecture Differential Kinematics (Definition, geometric Jacobian, Jacobian for typical manipulator Structures, Kinematic singularities) 7th Lecture Inverse Differential Kinematics and Statics (Definition, Calculation methods, Jacobian transpose and statics, velocity and force) 8th Lecture Modelling of Dynamics Model (Direct and Inverse Dynamics definition, Mechanics, Modelling of a rotary drive system, Lagrange Formulation, Examples) 9th Lecture Notable Properties of Dynamic Model (Analysis, Properties, Extensions, Parametrization, identification, uses) 10th Lecture Newton-Euler Formulation (Derivative of a vector in moving frame, Dynamics of a rigid body, recursive algorithm) 11th Lecture Trajectory Planning in Joint Space (Path and Trajectory, Point-to-Point motion, Motion through a sequence of points) 12th Lecture Trajectory Planning and Optimization in Cartesian Space (Path Primitives. Position and Orientation Planning, Optimal Trajectory Planning) 13th Lecture Kinematic Control (Definition of robot motion control and kinematic control, joint and cartesian space control) 14th Lecture Dynamic Control (Dynamic Model and its control properties, P/PD/PID control law)
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and Comprehension: The students have a profound comprehension of the fundamentals of robotic kinematics and dynamics. - Position, Orientation and Rotation Matrix + Homogeneous Transformations and Coordinate Systems - Direct and Inverse Kinematics - Differential and Inverse Differential Kinematics and Statics - Dynamic Model calculations - Trajectory Planning Skills and competencies: The students are able to set up the algorithms that are necessary to calculate position, velocities and accelerations of robotic systems and have a comprehensive understanding of the mathematical descriptions of the movement states. Particularly the students have the ability to deploy and use the DH-notation for robotic systems. At the same time, they consider the requirements of engineering science for different robotic structures. The Students are able, by knowledge and competence of methods, to select suitable robotic structures for the relevant handling tasks, to recognise important parameters and describe them mathematically correct to implement them into a programming. Furthermore, the students are able to program a robotic trajectory in joint and cartesian space and execute it in simulations.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	- mechanics I,II,III - mathematics I, II, III - control theory
Literatur	- Lecture slides - Exercise slides Recommended literature: - Siciliano, B.: Robotics; Modelling, Planning and Control, Springer International Publishing, 2009, eBook ISBN 978-1-84628-642-1, DOI 10.1007/978-1-84628-642-1 - Siciliano, B. (Hrsg.): Springer Handbook of Robotics, Springer International Publishing, 2016, eBook ISBN 978-3-319-32552-1, DOI 10.1007/978-3-319-32552-1
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written exam Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur, der mündlichen Prüfung oder dem e-Test, je nachdem welche Prüfungsform zutrifft.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. (UPT) Burkhard Corves
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Advanced Robotic Kinematics and Dynamics (401856401)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Advanced Robotic Kinematics and Dynamics	1. Semester	2. Semester	-	2

Vorlesung Advanced Robotic Kinematics and Dynamics	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Faserverbundstrukturen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017423
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung in den Faserverbundbau 1.1. Entwicklung von Faserverbundwerkstoffen 1.2. Vor- und Nachteile von Faserverbundwerkstoffen 1.3. Beispielanwendungen in der Luft- und Raumfahrt und im Automobilbau 2. Werkstoffkunde der Faserverbunde 2.1. Faserwerkstoffe 2.2. Faserhalbzeuge 2.3. Matrixwerkstoffe 2.4. Faser-Matrix-Halbzeuge 3. Werkstoffeigenschaften einer UD-Schicht 4. Elastizitätsgesetz der Faserschicht 4.1. Elastizitätsgesetz der UD-Schicht 4.2. Elastizitätsgrößen der UD-Schicht 4.3. Transformationsregeln 4.4. Polardiagramme 5. Bestimmung der Elastizitätsgrößen der UD-Schicht 6. Elastizitätsgesetz des Mehrschichtenverbundes 6.1. Die klassische Laminattheorie 6.2. Steifigkeitsmatrix unterschiedlicher Laminataufbauten 7. Temperaturdehnung und Quellung 8. Statische Festigkeit von Mehrschichtverbunden 8.1. Versagensformen der UD-Schicht 8.2. Global-Bruchkriterien 8.3. Bruchtyp-Bruchkriterien 8.4. Degradationsanalyse 9. Entwurf von Laminaten 10. Krafteinleitungen in Laminate 11. Bauteile in Sandwichbauweise 11.1. Werkstoffkunde der Sandwichbauweise 11.2. Versagensformen von Sandwichmaterialien 11.3. Berechnung von Sandwichbauteilen 11.4. Konstruktion von Sandwichbauteilen 12. Stabilitätsverhalten dünnwandiger Flächentragwerke aus Faserverbundwerkstoffen 13. Verbindungstechnik
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden lernen • die für die Strukturberechnung wesentlichen Werkstoffeigenschaften von Faser und Matrix, • den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften der Komponenten einer Faserschicht und den daraus resultierenden Eigenschaften dieser Faserschicht, • die Auswirkungen der Faserorientierungen auf die Steifigkeitseigenschaften des Laminats, • einfache Verfahren für den Laminatentwurf, • die Festigkeitskriterien für Laminate unter zweiachsialer Belastung, • das strukturmechanische Verhalten von Sandwichmaterialien und dessen vereinfachte Berechnung, • die zusätzlichen Versagensarten von Sandwichmaterialien, • Besonderheiten in der Konstruktion von Bauteilen aus Faserverbundwerkstoffen, • die Verbindungsberechnung von Faserverbundbauteilen.

	Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden können nach Belegung des Moduls • die Eigenschaften einer Faserschicht auf mikromechanischer Basis bestimmen, • die Eigenschaften von Laminaten bestimmen, • Laminataufbauten entwerfen und deren Steifigkeiten bestimmen, • Laminate hinsichtlich ihrer Festigkeit bewerten, • Bauteile aus Faserverbundwerkstoffen berechnen und optimieren, • Lasteinleitungen in Faserverbundbauteile konstruieren und berechnen, • Sandwichbauteile bemessen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Mechanik I,II • Leichtbau
Literatur	Empfohlene weiterführende Literatur: • Jones, R. M.: Mechanics of Composite Materials, McGraw-Hill, 1975 • Schürmann: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden. Springer, 2007. • Mechanics of Laminated Composite Plates and Shells: Theory and Analysis. CRC Press, 2003.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	schriftlich oder mündlich
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Faserverbundstrukturen (401742301)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Faserverbundstrukturen	2. Semester	1. Semester	-	2

Übung Faserverbundstrukturen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt (Wahlpflichtfach)
Kennung	4016357
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Numerische Verfahren der Tragwerksberechnung 2. Modellierung komplexer Strukturen 3. Berechnung ebener Flächentragwerke 4. Stabilitätsverhalten ebener Flächentragwerke 5. Postkritisches Verhalten 6. Berechnung von Schalen 7. Stabilitätsverhalten von Schalen 8. Versteifte Schalen 9. Sandwichbauweise 10. Auslegungskonzepte und Optimierung
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden lernen: • die grundlegenden Ansätze numerischer Berechnungsverfahren in der Strukturmechanik zu beschreiben, • das Modell des Schubfeldträgers zu erklären, • die theoretischen Grundlagen des Tragverhalten von Flächentragwerken darzustellen, • das Tragverhalten von Tragwerken des Leichtbaus im postkritischen Bereich zu beschreiben, • die Grundlagen der Theorie der Membranschalen zusammenzufassen, • die Effizienz von Sandwichstrukturen zu erklären. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden können nach erfolgreicher Belegung des Moduls: • komplexe Strukturen des Leichtbaus mit passenden numerischen Modellen abbilden und die Qualität der Simulationsergebnisse bewerten, • komplexe Strukturen mit dem Modell des Schubfeldträgers analysieren, • das Tragverhalten von ebenen Flächentragwerken und Schalen analysieren, • Flächentragwerke und Schalen dem Tragverhalten entsprechend konstruieren, • das Tragverhalten von Leichtbaustrukturen auch im postkritischen Bereich bewerten, • wohl ausgelegte Sandwich-Strukturen konstruieren, • Topologieoptimierer anwenden und deren Ergebnisse bewerten. Diese Fertigkeiten sind insbesondere für den Entwurf und die Auslegung von Strukturen der Luft- und Raumfahrt notwendig. Zudem werden die Studierenden in die Lage versetzt, kritische Punkte im Entwurf von Leichtbaustrukturen zu identifizieren und Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln. Diese können sie zudem bewerten und die Ergebnisse nach außen hin vertreten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): • Leichtbau • Mechanik I und II • Werkstoffkunde I und II • Maschinengestaltung

	• Höhere Mathematik
Literatur	• Hertel, H.: Leichtbau, Springer Verlag, 1960 • Wiedemann, J.: Leichtbau, Band I: Elemente, Springer Verlag, 1986 • Wiedemann, J.: Leichtbau, Band II: Konstruktion, Springer Verlag, 1989 • Czerwenka, G., Schnell, W.: Einführung in die Rechenmethoden des Leichtbaus, Band 1 und 2, BI-Hochschultaschenbücher • Roark, R. J., Young, W. C.: Formulas for Stress and Strain, McGraw-Hill, 1975 • Jones, R. M.: Mechanics of Composite Materials, McGraw-Hill, 1975 • Bruhn, E. F.: Analysis and Design of Flight Vehicles Structures • Niu, M. C. Y.: Airframe Structural Design, Conmilit Press Ltd., 1988
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine schriftliche Klausur • Im Fach Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt können die Studierenden Bonuspunkte für die Klausur erwerben. Die Bonuspunkte werden den Kandidaten nur angerechnet, wenn sie die schriftliche Prüfung bestehen. Sie dienen also zur Verbesserung der Note nach Bestehen der Prüfung. Die Bonuspunkte sind nach Erwerb ein Jahr lang gültig.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modellierungsteamverantwortlicher: Michael Sauer B. Sc. Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt (401635701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Datenkommunikation und Sicherheit (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211972
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Client/Server- und Peer-to-Peer-Systeme • OSI-Referenzmodell und TCP/IP-Referenzmodell • Übertragungsmedien und Signaldarstellung • Fehlerbehandlung, Flusssteuerung und Medienzugriff • Lokale Netze, speziell Ethernet • Netzkomponenten und Firewalls • Internet-Protokolle: IP, Routing, TCP/UDP • Sicherheitsmanagement und Datenschutz, Sicherheitsprobleme und Angriffe im Internet • Grundlagen der Kryptographie und sichere Internet-Protokolle
Lernziele/Lernergebnisse	**Kenntnisse:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende • den Aufbau von Kommunikationsprotokollen • Protokolle und Komponente in lokalen Netzen • gängige Internet-Protokolle sowie mögliche Angriffsszenarien und Sicherheitsprobleme **Fähigkeiten:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende • gängige Internet-Protokolle nutzen • Protokolle und Komponenten in lokalen Netzen einsetzen • einfache Anwendungen implementieren, welche über Internet-Protokolle kommunizieren **Kompetenzen:** Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage, • den Aufbau lokaler Netze selbstständig zu entwerfen • den Nutzen der Verwendung bestimmter Internet-Protokolle zu beurteilen • Sicherheitsprobleme grundlegend einzuschätzen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Inhalt der Vorlesung "Betriebssysteme und Systemsoftware"
Literatur	• A. S. Tanenbaum: Computer Networks, 4th Edition, Prentice-Hall International, 2003 • J. F. Kurose, K. W. Ross: Computer Networking - A Top-Down Approach, 5th Edition, Pearson, 2010 • C. Kaufman, R. Perlman, M. Speciner, Network Security - Private Communication in a Public World, 2nd Edition, Prentice Hall PTR, 2002 • Zus?tzlich: Folien zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Benotung ergibt sich zu 100% aus der abschließenden schriftlichen Prüfung zum Modul. Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben. Wird

	vorgesehen, dass semesterbegleitende Hausaufgaben auf die Prüfungsnote angerechnet werden, sind die entsprechenden Regelungen der Prüfungsordnung zu beachten. Prüfung nach Ende der Vorlesungszeit.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Klaus Wehrle
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Datenkommunikation und Sicherheit (121197202)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Datenkommunikation und Sicherheit (121197201)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Datenkommunikation und Sicherheit (2)	2. Semester	1. Semester	-	3
Globalübung Datenkommunikation und Sicherheit (2)	2. Semester	1. Semester	-	-

Modultitel	Chemische Energieumwandlung I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010999
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Massen- und Energiebilanzen reagierender Systeme 2 • Das chemische Gleichgewicht 3 • Elementarreaktionen, die Reaktionsgeschwindigkeit 4 • Schadstoffbildung 5 • Zündung in homogenen Systemen 6 • Der homogene Strömungsreaktor 7 • Grundgleichungen chemisch reagierender Strömungen 8 • Modellierung turbulenter Strömungen 9 • Laminare Vormischflammen 10 • Turbulente Vormischflammen 11 • Nicht-vorgemischte Verbrennung 12 • Der Mischungsbruch 13 • Die laminare und die turbulente Freistrahlflamme 14 • Verbrennung von Einzeltropfen
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studenten kennen den Unterschied zwischen vorgemischter und nicht-vorgemischter Verbrennung. • Sie können das erworbene Wissen der chemischen Kinetik von elementaren Reaktionen umsetzen um Zündung in Verbrennungsmotoren zu beschreiben. • Sie kennen die Grundgleichungen laminarer und turbulenter Strömungen und deren Vereinfachung und Modellierung.

	• Sie kennen die Grundlagen der thermischen Flammentheorie, sowie Approximationsformula für laminare und turbulente Brenngeschwindigkeiten. • Sie kennen den Mischungsbruch und können Flamelet-Modelle für die nicht-vorgemischte Verbrennung benutzen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) • Wärme- und Stoffübertragung I Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse,) • Strömungsmechanik Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Verbrennungskraftmaschinen I
Literatur	• Vorlesungsumdruck Technische Verbrennung, 230 Seiten, zahlreiche Abbildungen sowie Vorlesungsfolien und Übungsaufgaben (können von der Website des Instituts - www.itv.rwth-aachen.de - heruntergeladen werden)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Heinz Pitsch
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Chemische Energieumwandlung I (401099901)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Chemische Energieumwandlung I	2. Semester	1. Semester	-	1

Vorlesung Chemische Energieumwandlung I	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Grundlagen der Turbomaschinen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014354
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Turbomaschinen spielen in weiten Teilen unseres Lebens eine bedeutende Rolle. Sie sind Antriebe nahezu aller modernen Flugzeuge, werden im Bereich der Stromerzeugung eingesetzt oder sind wichtiger Bestandteil in Anlagen der Prozessindustrie. Dabei werden immer höhere Anforderungen in Bezug auf Effizienz, Emissionen und Leistungsfähigkeit gestellt. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können ist ein tiefes Verständnis der Thermodynamik, Aerodynamik und Strukturmechanik von Turbomaschinen erforderlich. In dieser Vorlesung werden die Grundlagen der Strömungsmechanik und der Thermodynamik auf ; Turbomaschinen angewandt. Nach einer allgemeinen Einführung in die Einsatzgebiete von Turbomaschinen werden zunächst die Wirkungsweise von Schaufelgittern in Turbinen, Verdichtern und Pumpen erläutert. Die Gitter werden anschließend zu Stufen zusammengefasst. Dabei wird deren Zusammenwirken beim Einsatz in ein- und mehrstufigen Turbomaschinen untersucht. Ferner werden unterschiedliche Ausführungen von Maschinen und Anlagen betrachtet sowie Kriterien für die Auswahl geeigneter Ausführungen bei einer gegebenen Aufgabe entwickelt. Neben Turbinen, Verdichtern und Pumpen, werden auch die Grundlagen der Aerodynamik von Windkraftanlagen betrachtet. Auf Grund der speziellen Bauform von Windkraftanlagen sind hierfür eigene Berechnungsmethoden notwendig. Die Vorlesung behandelt sowohl die Charakteristiken, als auch die Betriebsbereichsgrenzen von Maschinen und Anlagen. Diese werden anhand der im Turbomaschinenbau üblichen Kennfelder und Diagramme verdeutlicht. Auf deren Basis werden im Anschluss verschiedene Regelungsstrategien für Turbinen, Verdichter und Pumpen erläutert. Schließlich werden die unterschiedlichen, auf die Turbomaschinen und ihre Komponenten einwirkenden, Betriebseinflüsse beschrieben und Möglichkeiten zur Reduzierung schädigender Einflüsse gezeigt. Abschließend sollen auch die Auswirkungen von Energieumwandlungsanlagen auf die Umwelt betrachtet werden.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind fähig, den Aufbau und die Wirkungsweise von Grundlagen der Turbomaschinen darzustellen. • Sie sind in der Lage Energiewandlungsmaschinen bezüglich ihrer Einsatzzwecke zu klassifizieren und auszuwählen. • Die Studierenden können die thermodynamischen Grundlagen auf die Energieumsetzung in Energiewandlungsmaschinen anwenden. • Die Studierenden kennen Energiewandlungsanlagen und deren Prozesse. • Sie sind in der Lage das Betriebsverhalten von Strömungsmaschinen zu beschreiben und die Betriebsgrenzen zu erkennen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren. • Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberstellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-

(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module) • Thermodynamik • Strömungsmechanik
Literatur	• Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Durch die Bearbeitung elektronischer Prüfungen können bis zu 10% Bonuspunkte, bezogen auf die reguläre Klausur erreicht werden. Auch ohne Bonuspunkte können in der regulären Klausur 100% der Punkte erreicht werden. Die Bonuspunkte werden nur dann angerechnet, wenn die Klausur auch ohne Anrechnung der Bonuspunkte bestanden wäre. Die Bonuspunkte gelten für das aktuelle und darauf folgende Semester."
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke Universitätsprofessor Dr.-Ing. habil. Manfred Christian Wirsum
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Grundlagen der Turbomaschinen (401435401)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Bonuspunkteprüfung Grundlagen der Turbomaschinen	1. Semester	2. Semester	-	0
Vorlesung Grundlagen der Turbomaschinen	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Grundlagen der Turbomaschinen	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Grundlagen Mobiler Antriebe (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013322
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Die Vorlesung befasst sich mit den verschiedenen Prinzipien der Energieumwandlung mit dem Schwerpunkt der Umwandlung von Brennstoffenergie und den Hauptanforderungen an Verbrennungsmotoren. Anhand von Vergleichsprozessen werden die thermodynamischen Zusammenhänge des Motorprozesses aufgezeigt. Es wird auf die Definition der unterschiedlichen Wirkungsgrade eingegangen. Die Anwendung dieser zusammenhänge erfolgt bei der Behandlung wichtiger Kenngrößen aus dem Verbrennungsmotorenbau. Eine Einteilung der Verbrennungsmotoren nach unterschiedlichen Merkmalen, nach der Art des Prozesses, dem Ablauf der Verbrennung, der Art der Zündung und der Kinematik führt zur Behandlung ausgewählter Aspekte der Motorentechnik. Es erfolgt eine eingehende Betrachtung der Entstehung von Schadstoffen sowohl beim Otto- als auch beim Dieselmotor. Der in den Vorlesungen vermittelte Stoff wird in Übungen anhand von Beispielen aus der Praxis vertieft. Die folgenden Themengebiete werden behandelt: • Thermodynamische Grundlagen • Kenngrößen • Prozess im Ottomotor • Prozess im Dieselmotor • Schadstoffentstehung und Abgasnachbehandlung • Einteilung und Merkmale der Verbrennungsmotoren. Darüber hinaus werden die Grundlagen der elektrochemischen Energiewandlung in einer Brennstoffzelle vorgestellt. Außerdem werden die physikalischen Grundlagen von Elektromotoren, sowie die unterschiedlichen Typen und deren Kennfelder vorgestellt.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden besitzen ein Grundverständnis des Aufbaus und der Mechanik von Verbrennungsmotoren. Die Unterschiede zwischen den Arbeitsverfahren von Otto- und Diesel-Motoren sind geläufig. Die Studierenden haben ein Verständnis der Entstehungsmechanismen von Schadstoffen, sowie der Möglichkeiten zur Reduktion der Schadstoffemissionen durch Abgasnachbehandlung und innermotorische Maßnahmen. Die Studierenden kennen die Grundlagen der elektrochemischen Energiewandlung. Der Aufbau, die Auslegung sowie die effiziente Betriebsweise des gesamten Brennstoffzellensystems inklusive Nebenaggregate ist geläufig. Die Studierenden haben ein Verständnis der grundlegenden Zusammenhänge der Drehmomentbildung bei fremderregten und permanentmagneterregten Synchron-Elektromotoren. Die entsprechenden Ersatzschaltbilder sind geläufig, die Unterscheidung zwischen dem Grunddrehzahlbereich und der Änderung bei Feldschwächung sind verinnerlicht. Die Analogien zwischen mechanischen und elektrischen Größen sowie die Bedeutung von Flussverkettung und Gegeninduktion sind bekannt. Das Prinzip der feldorientierten Regelung ist geläufig. Fertigkeiten und Kompetenzen: • routinierter Umgang mit motorischen Kenngrößen zur Beschreibung und Beurteilung des Betriebsverhaltens • Beschreibung der Arbeitsverfahren von Otto- und Dieselmotoren mit Hilfe von vereinfachten thermodynamischen Vergleichsprozessen

	• Transfer der elektrochemischen Energiewandlung auf die Funktionsweise einer Brennstoffzelle bzw. Stack • Herleitung der Drehmomentbildung inkl. des Reluktanzmoments
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Physik, Chemie, Mechanik, Thermodynamik und Elektrotechnik
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen Mobiler Antriebe (401332201)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundlagen Mobiler Antriebe	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Grundlagen Mobiler Antriebe	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Fahrzeugtechnik I - Längsdynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010997
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Überblick zum Lehrinhalt der Veranstaltung • Verkehrssystem Kraftfahrzeug • Wirtschaftliche Aspekte des Kraftfahrzeugs 2 • Radwiderstand • Luftwiderstand 3 • Luftwiderstand Steigungs- und Gefällewiderstand 4 • Beschleunigungswiderstand • Gesamtwiderstand 5 • Energiespeicher • Ottomotor • Dieselmotor • Wankelmotor 6 • Gasturbine • Elektroantrieb • Hybridantrieb • Vergleich der Antriebe 7 • Mechanische Kupplung • Hydrodynamische Kupplung • Visco-Hydraulische Kupplung 8 • Mechanische Stufengetriebe • Mechanische stufenlose Getriebe • Hydraulische stufenlose Getriebe 9 • Automatikgetriebe • Vergleich der Getriebe 10 • Kegelraddifferential • Stirnradplanetendifferential • Differentialsperren 11 • Gesetzliche Grundlagen zur Bremsanlage

	• Radbremsen • Bremskreisaufteilung • Hydraulikbremsanlage 12 • Druckluftbremsanlage • Hybride Bremsanlagen 13 • Elektrische Bremsanlagen • Dauerbremsen • Kraftstoffverbrauch 15 • Antriebskonzepte • Fahrgrenzen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Grundlagen der Fahrzeuglängsdynamik, d.h. sie kennen Zahlen/ Statistiken zur den verschiedenen Transportsystemen, der Verkehrsentwicklung, Transportbedarf etc. Sie kennen die auf ein Fahrzeug wirkenden Fahrwiderstandsanteile. Weiterhin können sie die Baugruppen des Antriebstrangs beschreiben. • Die Studierenden können die Funktion der Baugruppen des Antriebsstranges erklären. • Die Studierenden können die gelernten Zusammenhänge der Fahrwiderstände anwenden, die Bedarfsleistung und die von einem Fahrzeug erzielten Fahrleitungen berechnen. • Die Studierenden können Eigenschaften von verschiedenen Bauformen von Antriebsstrangbaugruppen analysieren, diese vergleichen und beurteilen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Mechanik I, II und III
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Vorraussetzungen:Mechanik I, II, III
Literatur	Skript zur Vorlesung und Übung
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fahrzeugtechnik I - Längsdynamik (401099701)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fahrzeugtechnik I	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Fahrzeugtechnik I	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Fahrzeugtechnik II - Querdynamik und Vertikaldynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013361
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Anforderungen an Federungssysteme Straßenanregungen 2. Vertikaldynamische Reifeneigenschaften Aufbaufedern 3. Aufbaudämpfer Sitzsysteme Einfluss von Schwingungen auf den menschlichen Körper 4. Einmassenschwinger Modell Zweimassenschwinger Modell Parameterstudie von Fahrwerkskomponenten 5. Einspurfederungsmodell Zweispurfederungsmodell 6. Wankfederung Stabilisator- und Kompenssatorfeder Einfluss von torionsweichen Fahrzeugaufbauten auf die Federungseigenschaften 7. Anforderungen an querdynamische Fahrzeugeigenschaften Querdynamische Reifeneigenschaften 8. Instationäre querdynamische Reifeneigenschaften Einspurfahrzeugmodell 9. Analyse von stationärem Fahrzeugverhalten Analyse von dynamischem Fahrzeugverhalten 10. Vollfahrzeugmodell Dynamische Radlastunterschiede Radstellungsänderungen durch Spur- und Sturzwinkel 11. Parameterstudie bzgl. Einflussparametern auf die Fahrzeugquerdynamik Gegenseitige Beeinflussung von Fahrzeuglängs- und -querdynamik 12. Lenksysteme 13. Kinematik der Radaufhängung Elastokinematik der Radaufhängung 14. Anforderungen an Fahrwerksysteme Ausgeführte Beispiele von Fahrwerksystemen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Den Studierenden sind die Anforderungen an Fahrwerksysteme bekannt Ihnen sind die vertikaldynamischen Grundlagen bekannt und sie können elementare Modellansätze zur Analyse von Schwingungsanregungen aufstellen. • Sie kennen und verstehen die einzelnen Komponenten eines Fahrwerks und deren Funktionen sowie alle gängigen Bauformen von Fahrwerksystemen. • Die Studierenden sind mit dem Regelkreis Fahrer - Fahrzeug - Umwelt vertraut und kennen die Aufgaben des Fahrers bzgl. der Fahrzeugführung. • Sie kennen und verstehen die querdynamischen Grundlagen der Fahrzeugdynamik sowie die gegenseitigen Beeinflussungen von Vertikal-, Längs- und Querdynamik. • Die Studierenden können die Fahrzeugquerdynamik in verschiedenen Detaillierungsgraden modellieren und alle wesentlichen Fahrzustandsgrößen berechnen. • Sie können das Eigenlenkverhalten beurteilen und den momentanen Fahrzustand bewerten Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Fahrzeugtechnik I • Mechanik I, II, III
Literatur	-

Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fahrzeugtechnik II - Querdynamik und Vertikaldynamik (401336101)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fahrzeugtechnik II - Querdynamik und Vertikaldynamik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Fahrzeugtechnik II - Querdynamik und Vertikaldynamik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014360
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in die Brennstoffzellentechnik • Brennstoffzellen in der Energietechnik • Funktionsprinzip von Brennstoffzellen • Einteilung der Brennstoffzellentypen 2 • Physikalisch-chemische Grundlagen I • Zellreaktionen und Elektrodenprozesse • Thermodynamik der Brennstoffzellen • Kinetik der Elektrodenprozesse 3 • Physikalisch-chemische Grundlagen II • Strom/Spannungscharakteristika der Brennstoffzellen • Leitfähigkeitsmechanismen • Elektrochemische Meßverfahren 4 • Technische Grundlagen I • Wirkungsgrad • Ausgewählte elektrochemische und stoffliche Zusammenhänge • Stofftransport in Brennstoffzellen 5 • Technische Grundlagen II • Wärmetransport in Brennstoffzellen • Stofftransport in der systemtechnischen Peripherie • Regelung des Stofftransports • Mechanische Auslegung von druckbeaufschlagten Komponenten 6 • Brennstoffzellensysteme I • Brenngasversorgung • Entschwefelung • Reformierung • Brenngasreinigung 7 • Brennstoffzellensysteme II • Sauerstoffversorgung • Verfahrenstechnische Komponenten • Reglerkonzepte • Stromwandlungsmethoden • Gesamtsysteme 8 • Spezielle Brennstoffzellentypen I • Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzelle

	• Direkt-Methanol-Brennstoffzelle 9 • Spezielle Brennstoffzellentypen II • SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) • MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell) 10 • Energieträger für Brennstoffzellen I • Wasserstoff und dessen Herstellung • Wasserstoffspeicherung • Kohlenwasserstoffe 11 • Energieträger für Brennstoffzellen II • Alkohole (Methanol und Ethanol) • Energieketten • Biomasse 12 • Brennstoffzellenanwendungen I • Stationäre Anwendungen • Fahrzeuganwendungen 13 • Brennstoffzellenanwendungen II • Portable Anwendungen • Markteintritt 14 • Wirtschaftliche Aspekte • Kostenstrukturen von Brennstoffzellensystemen • Bewertung der Kosten neuer Technologien • Kundenrelevanz technischer Aspekte von Brennstoffzellensystemen • Grundlagen der Kostenabschätzung über Lernkurven • Lernkurven ausgewählter Systeme zur Stromerzeugung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die fachlichen Grundlagen der Brennstoffzellentechnik, insbesondere die zugrundeliegende Elektrochemie • Die Studierenden wenden maschinenbauliche Grundlagen auf die Brennstoffzellentechnik an • Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge der Prozesse in BZSystemen und können die Systeme berechnen und auslegen • Die Studierenden wenden die gelegten Grundlagen anhand der vorherrschenden BZ-Systeme an • Die Studierenden kennen und verstehen den werkstofflichen Aufbau der vorherrschenden BZ-Systeme • Die Studierenden können die Eignung der verschiedenen Energieträger für Brennstoffzellen beurteilen • Die Studierenden können aufgrund der gewonnen Übersicht über die verschiedenen Anwendungen diese in der fachlichen Diskussion vertreten • Die Studierenden kennen die wirtschaftlichen Aspekte der BZTechnik Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden durch die Übung in die Lage versetzt, Aufgabenstellungen zu analysieren, Lösungen zu erarbeiten und mit Hilfe relevanter Kriterien zu bewerten (Methodenkompetenz) • Im Rahmen von Laborübungen werden in Kleingruppen unter wissenschaftlicher Anleitung praktische Versuche zu unterschiedlichen Themengebieten durchgeführt und gemeinsam ausgewertet und vorgestellt (Teamarbeit, Präsentation)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Grundlagenvorlesungen der jeweiligen Studienrichtung
Literatur	-
Sprache	Englisch

Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Detlef Stolten
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen (401436001)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011002
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Einleitung 2. Sensoren I 3. Sensoren II 4. Analoge Signalverarbeitung 5. Digitale Signalverarbeitung 6. Signalausgabe, Bussysteme, EMV 7. Fluidische Aktoren 8. Elektrische Aktoren 9. Modellierung/Simulation 10. Energieversorgung 11. Systeme im Kfz, Systemintegrität 12. Systeme im Schienenfahrzeug 13. S22L
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Grundlagen zu mechatronischen Systemen in aktuellen Kraftfahrzeugen und Schienenfahrzeugen. • Die Studierenden können die Funktionsweise von Sensoren und fluidischen und elektrischen Aktuatoren erklären. • Die Studierenden sind fähig, die Grundlagen der Systemtheorie (Analoge und digitale Signalverarbeitung, IIR/FIR-Filter, z-Transformation, FFT) darzulegen. • Die Studierenden sind in der Lage, theoretische Modelle von Operationsverstärkern und Analogschaltungstechnik auf aktuelle Problemstellungen zu übertragen. • Die Studierenden entwerfen Simulationsmodelle in Saber sowie Matlab/Simulink. • Die Studierenden können ein grundlegendes Energiemanagement für die 14V-Bordnetze aktueller Kraftfahrzeuge entwerfen und implementieren. • Die Studierenden können die Grundlagen zur Funktionsweise von Bussystemen in aktuellen Kraftfahrzeugen und Schienenfahrzeugen erklären.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen der Elektrotechnik für mechatronische Systeme • Fahrzeugtechnik I, II • Regelungstechnik
Literatur	• Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik - Vorlesungsumdruck I • Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik - Vorlesungsumdruck II • Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik - Übungsumdruck
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christian Schindler Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik (401100201)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Industrial Intelligence Interlaced Quality Management (iQM) (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011611
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Digitalisierung und Vernetzung der Produktion erhöht die Verfügbarkeit von Daten über den gesamten Produktlebenszyklus und verändert die Rolle des Qualitätsmanagements in Bezug auf die Systeme, Prozesse und Produkte. Mit der Schwerpunktverlagerung der Datenanalyse von reaktiv und korrigierend zu proaktiv und prädizierend bleiben die Grundsätze des Qualitätsmanagements bestehen, im Qualitätsmanagement handelnde Akteure benötigen allerdings Werkzeuge, z.B. aus der Domäne des Machine Learning, um mit einer veränderten Komplexität umgehen zu können. Die Vorlesung behandelt die Verschränkung von qualitätsbezogenen Methoden mit den Bedürfnissen einer raschen Lageaufklärung ggf. abweichender Prozesse entlang von Wertschöpfungsketten oder den damit verbundenen industriellen Dienstleistungen. Die Orientierung an der Struktur des "Internet of Production" baut zunächst auf den Grundsätzen des Qualitätsmanagements (z.B. wichtige Normen, Begriffsklärung System-, Prozess- und Produktqualität) auf. Die Identifikation qualitätsrelevanter Datenquellen (incl. Social Media) entlang des Produktlebenszykus führt zur Modellierung der Begriffspyramide Dateninformation-Wissen. Die statistischen/stochastischen Grundlagen dienen zum grundlegenden Verständnis von Methoden der Data Analytics und des maschinellen Lernens und werden situativ auf typische Problemklassen aus verschiedenen Bereichen des Qualitätsmanagements (z.B. Prozessregelung, Risikomanagement, Fehlermanagement) angewendet, die hinsichtlich Ihrer Struktur typisiert und so einer Operationalisierung zugänglich gemacht werden. Ziel ist die Erhöhung der Handlungskom-petenz handelnder Akteure durch Entscheidungsunterstützung (z.B. durch den Einsatz von Smart Devices). Beiträge aus der Praxis geben Einblick in die Umsetzung von Qualitätsmanagement in der Industrie.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: a.) Wissen: -Wichtige Normen und Richtlinien in der Wissensdomäne "Qualitätsmanagement"; Aufbau von Normen (High-Level Structure) - System-, Prozess- und Produktqualität - Qualitätsrelevante Daten und Datenquellen entlang des Produktlebenszyklus - Statistische und methodische Grundlagen der "lndustrial lntelligence" als Kernaufgabe des QM - Legale Implikationen b.) Verstehen: - Das "Internet of Production" - Bedeutung von Qualität und Qualitätsmanagement in der vernetzten, adaptiven Produktion - Klassifikation typischer Problemstellungen - Verständnis grundlegender Data Analytics- und Machine Leaming-Methoden c.) Anwenden: - Datenerhebung (z.B. Customer lnsights im Produktentstehungsprozess und während der Produktnutzung, datengetriebenes Beschaffungsmanagement) - Anwendung ausgewählter Data Analytics- und Machine Learning-Methoden (z.B. für Risikoquantifizierung und - prädiktion, Prozessregelung) - Qualitätsmanagement für Dienstleistungen - Entscheidungsunterstützung des "Smart Quality Expert" (z.B. Predictive Quality, Predictive Maintenance) Fertigkeiten und Kompetenzen: Fach-/Methodenkompetenz: Die Studierenden entwickeln ein im betrieblichen Ablauf operationalisierbares Verständnis der unterschiedlichen Ausprägungen des Qualitätsbegriffs und ordnen diese im Sinne einer "lndustrial lntelligence" ein. Sie sind in der Lage, Problemstellungen im Unternehmenskontext zu identifizieren und klassifizieren. Sie verfügen über grundlegende Kenntnisse im Themenkreis maschinelles Lernen, kennen

	entsprechend erweiterte Qualitätsmanagement-Methoden und können deren spezifische Anwendbarkeit und Wirksamkeit beschreiben. Anwendungskompetenz: Die Studierenden sind in der Lage, Anwendungen in der Qualitätsmanagement-Domäne mit dem ihnen als 'Werkzeug" vermittelten Wissen theoretisch und praktisch zu durchdringen. Sie sind in der Lage, mittels Qualitätsmanagement-Methoden die Struktur einer "lndustrial lntelllgence" aufzubauen, hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zu bewerten und auf der Grundlage von Zusammenhängen und Prinzipien Methoden des Qualitätsmanagements weiterzuentwickeln und sinnvoll zu verknüpfen. Handlungskompetenz: Die Studierenden sind befähigt, auf Basis ihrer fundierten methodischen und organisatorischen Kenntnisse verbessernd in Wertschöpfungsketten einzugreifen. Sie können Situationen, Stärken und Schwächen eines bestehenden Qualitätsmanagementsystems erkennen, bewerten und geeignete Maßnahmen zu einer stimmigen Weiterentwicklung formulieren. Sonstiges: Grundlage der Veranstaltungen bilden Forschungsinhalte des Exzellenzclusters "Internet of Production". Vor diesem Hintergrund sollen die Teilnehmer den gedanklichen Transformationsschritt von der Anwendung von Werkzeugen (Methodenkompetenz) hin zum Ausgestalten der zu Grunde liegenden Prinzipien und Wirkzusammenhängen in Wertschöpfungsketten (Handlungskompetenz) tun. Die Verwendung von englischsprachigem Vorlesungsmaterial soll die Anschlussfähigkeit an internationale Studiengänge erleichtern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Besuch der Veranstaltung "Qualitäts- und Projektmanagement" (QP), 41 .28912
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsmaterialien in englischer Sprache; Glossar der Fachbegriffe in Englisch und Deutsch Weitere Literatur laut Angaben in der Vorlesung Empfohlene weiterführende Literatur: Schmitt, Robert; Pfeifer, Tilo: Qualitätsmanagement, Strategien, Methoden, Techniken, 5. Auflage. 2015, München, Hanser Verlag, ISBN : 978-3-446-41277-4
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der abschließenden Prüfung, i.d.R. einer Klausur.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Industrial Intelligence Interlaced Quality Management (iQM) (401161101)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung lndustrial lntelligence lnterlaced Quality Management (iQM)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung lndustrial lntelligence lnterlaced Quality Management (iQM)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Artificial Neural Networks in Structural Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4021387
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Classical structural mechanics is based on continuum mechanics using tensor calculus, differential geometry, and modelling of inelastic material behaviour. This theoretical approach established in the 20th century is the basis for finite element programs widely used in industry and science. Innovative approaches by means of artificial neural networks are known to be very efficient to describe complex mathematical dependencies. This effect relies on the self-learning ability of neural networks to reproduce dependencies between mechanical quantities such as stresses, strains, or other state variables. However, the neural network is based on experience and has therefore tobe trained by experimental or numerical data. Once the neural network has been trained, it is able to predict structural deformations in shorter calculation times than by using classical numerical approaches. Also the accuracy does not suffer, even though that program codes of neural networks are shorter than classical finite element codes. In order to apply the new knowledge on practical examples, the students will learn how to develop a virtual copy of the engineering structure by means of a neural network. Here, a wide variety of components in the network with different layers, neurons, activation functions etc. is available and must be ordered for the application. Special attention is focused on the combination of artificial neural networks with the finite element method. Following this approach, advantages of mesh generation and equation solvers in finite element programs are used and parts of the classical mechanical models are replaced by neural networks. E.g. material models are substituted by trained neural networks leading to shorter simulation times. Due to the fact that artificial neural networks are becoming more widespread in engineering disciplines, students will be familiar with this new trend in simulation methods after visiting this course. They will gain the competences to support the development of neural network enhanced modelling and simulation in industrial and scientific applications.
Lernziele/Lernergebnisse	The aim of the course is to enable students to work with artificial neural networks from the viewpoint of engineering science. This implies to understand different network topologies and their applications in structural mechanics. Classical structural models will be replaced by artificial neural networks partly or completely depending on the current problem. After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes: <u>Knowledge / Understanding:</u> Students: • shall understand the topology of artificial neural networks • are to gain an overview and learn motivation of network architectures (weights, bias-terms, sensilivity analysis) • are to understand different network topologies and their applications in structural mechanics • shall describe mathematical models of artificial neural networks • are to describe possible applications of artificial neural networks in structural mechanics • shall model structures enhanced by neural networks • shall program artificial neural networks • are to find solutions for differential equations approximated by neural networks • shall develop intelligent elements and know the processes behind neural network enhanced finite element simulatios

	Abilities / Skills Students: • are expected to apply artificial neural networks for numerical predictions in structural mechanics • shall program neural networks and train them by data gained from experiments or simulations • shall train artificial neural networks by means of measurement and simulation data • shall model inelastic material behaviour with artificial neural networks • are expected to apply the enhancement of finite element simulation by neural networks Competencies: Students: • shall develop intelligent elements by combining neural networks with the finite element method • are to increase the efficiency of structural calculations towards faster simulations and new structural models without material parameters trained just by experimental or simulated data • are expected to choose, depending on the current problem, whether to replace classical structural models partly or completely by artificial neural networks • shall work with artificial neural networks from the viewpoint of engineering science
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Nonlinear Structural Mechanics Mechanik I-III
(empfohlene) Voraussetzungen	Recommended: • Mechanik I-III • Nonlinear Structural Mechanics
Literatur	• Lecture Notes • Empfohlene weiterführende Literatur: A. Engelbrecht, Computational lntelligence, An lntroduction, JohnWiley Literatur & Sens, Ltd, 2007.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	An oral or a written exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr.-lng. Marcus Stoffel
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Artificial Neural Networks in Structural Mechanics (402138701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	-

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Artificial Neural Networks in Structural Mechanics	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Artificial Neural Networks in Structural Mechanics	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Regelung verteiltparametrischer Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4022583
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	**Teil 1: Modellierung und Beschreibung verteiltparametrischer Systeme (VPS)** 1. Modellierungsprinzipien für VPS 2. Mathematische Grundlagen für VPS 3. Linearisieren von VPS 4 . Methode der Charakteristiken **Teil II: Systemanalyse für VPS** 5. Stabilität von VPS 6. Laplace-Transformation für VPS 7. Greensche Funktion 8. Modaltransformation **Teil III: Simulation von VPS** 9. Finite Differenzen 10. Finite Elemente 11. Finite Volumen **Teil IV: Reglerentwurf für VPS** 12. Modellreduktion 13. Reglerentwurf im Frequenzbereich 14. Reglerentwurf im Zustandsraum 15. Optimale Steuerung für VPS 16. Anwendungsbeispiele
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen und Verstehen:** Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung kennen die Studierenden… - die Besonderheiten und Herausforderungen verteiltparametrischer Systeme - die Vor- und Nachteile einer verteiltparametrischen Beschreibungsform

	- Beispiele für lineare und nichtlineare verteiltparametrische Systeme - die mathematischen Grundlagen zur Beschreibung verteiltparametrischer Systeme - Methoden zur Modellierung verteiltparametrischer Systeme - Verfahren zur Systemanalyse verteiltparametrischer Systeme - verschiedene Ansätze zur Regelung verteiltparametrischer Systeme **Fertigkeiten und Kompetenzen:** Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage... - für ein gegebenes (technisches) System ein geeignetes verteiltparametrisches Modell zu formulieren - zu bewerten, ob sich für eine gegebene Regelungsaufgabe eine verteiltparametrische Betrachtung lohnt oder nicht. - für ein verteiltparametrisches System selbständig geeignete numerische Verfahren zur Simulation des Systems begründet auszuwählen und zu implementieren. - lineare verteiltparametrische Systeme sowohl im Zustandsraum wie auch im Frequenzbereich auf systemtheoretisch wichtige Eigenschaften hin zu analysieren. - Modellreduktionen für verteiltparametrische Systeme vorzunehmen und zu implementieren. - Regler auf Basis der Modellreduktion zu entwerfen. - Regler für lineare verteiltparametrische Systeme direkt für das verteiltparametrische Systeme zu entwerfen. - die Leistungsfähigkeit der entworfenen Regler kritisch zu bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Bestehen des Moduls Regelungstechnik oder Vergleichbare
Literatur	Vorlesungsunterlagen Empfohlene weiterführende Literatur: D. Abel: Regelungstechnik (Umdruck zur Vorlesung)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur beziehungsweise der Note der mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing Dirk Abel
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Regelung verteiltparametrischer Systeme (402258301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Regelung verteiltparametrischer Systeme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Regelung verteiltparametrischer Systeme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Akustik mobiler Antriebssysteme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011590
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	V 00: Einführung V 01: Grundlagen der Akustik 1 V 02: Grundlagen der Akustik 2 V 03: Messmethoden V 04: Verbrennungsmotor 1 V 05: Verbrennungsmotor 2 V 06: Ansaug- und Abgasanlage V 07: Elektromotor V 08: Umrichter V 09: CAE V 10: Gesamtsystem (ICE, Hybrid, BEV) V 11: Gesetzgebung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Die Studierenden kennen die akustischen Grundlagen, von den Schallfeldgrößen bis zur Ohrphysiolgie.Die Studierenden können akustische Mess- und Analysetechniken unterscheiden und kennen ihre Anwendungsgebiete.Sie kennen die relevanten Gesetzgebungen und Geräuschgrenzwerte.Sie kennen die Geräuschquellen am Motor sowie deren physikalische Zusammenhänge.Die Studierenden kennen die Maßnahmen zur Geräuschreduktion an Motoren.Sie kennen typische Schwingungsformen von Hubkolbenmotoren und ihre Abhilfemaßnahmen.Sie wissen um die Möglichkeiten der gezielten Geräuschgestaltung zur Darstellung eines Soundkonzepts. Z.B. markenspezifische Zielsounds im Fahrzeuginnenraum (angenehm/dynamisch). Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen mobiler Antriebe
Literatur	-

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Ein schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung. (je nach Teilnehmeranzahl)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Akustik mobiler Antriebssysteme (401159001)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Akustik im Motorenbau	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Akustik im Motorenbau	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Verbrennungskraftmaschinen: Konstruktion und Mechanik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011049
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Die Vorlesung behandelt zunächst verschiedene Kraftstoffe als Energielieferant. Die Betrachtung der thermodynamischen Abläufe mit Hilfe von Vergleichsprozessen gibt Aufschluss über die Energieumsetzung im Motor. Grundlegende Mechanismen der Wärmeübertragung werden vorgestellt und darauf aufbauend Berechnungsmethoden für die Wärmeströme und die thermisch induzierte Spannungen in Verbrennungsmotoren besprochen. Die Herleitung von Ähnlichkeitsregeln und Kennwerten erlaubt die Auslegung von Verbrennungsmotoren und die Abschätzung mechanischer, thermischer und dynamischer Leistungsgrenzen. Den Wirkungen von Massenkräften, Momenten und Drehschwingungen ist ein weiteres Kapitel gewidmet. Aufbauend auf dem Vorlesungsinhalt werden die Anforderungen an die Konstruktionselemente des Verbrennungsmotors sowie an die Gestaltung des Kühl- und Schmiersystems abgeleitet. Die in den Vorlesungen vermittelten Inhalte werden in Übungen anhand von Beispielen aus der Praxis vertieft.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studenten kennen die thermodynamischen Abläufe in Verbrennungskraftmaschinen • Die Studenten kennen die Mechanismen der Wärmeströme, Belastungen und Beanspruchungen des Verbrennungsmotors • Die Studenten kennen die wesentlichen Kenngrößen von Verbrennungskraftmaschinen und können sie kritisch bewerten • Die Studenten können die Ahnlichkeitsregeln herleiten und sind in der Lage, die mechanischen Leistungsgrenzen festzusetzen sowie die Auslegung von Motoren eigenständig durchzuführen • Die Studenten sind in der Lage, die anforderungsgerechte Auslegung entsprechender Konstruktionselemente vorzunehmen Fertigkeiten und Kompetenzen: • Die Studenten sind in der Lage, Problemstellungen zu analysieren und selbständig geeignete Lösungswege zu erarbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen Mobiler Antriebe
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen Mobiler Antriebe
Literatur	Handbuch Verbrennungsmotor (Grundlagen, Komponenten, Systeme, Perspektiven) - Herausgeber: van Basshuysen, Richard, Schäfer, Fred (Hrsg.)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger

ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Verbrennungskraftmaschinen: Konstruktion und Mechanik (401104901)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Verbrennungskraftmaschinen: Konstruktion und Mechanik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Verbrennungskraftmaschinen: Konstruktion und Mechanik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Chemische Energieumwandlung II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011659
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Turbulente Verbrennung: Einführung und Übersicht 2. Grundgleichungen turbulenter Strömungen 3. Grundgleichungen turbulenter Verbrennung 4. PDF-Transportgleichungen 5. Flamelet-Modelle für nicht-vorgemischte Verbrennung 6. Flamelet-Modelle für vorgemischte Verbrennung 7. Turbulente Diffusionsflammen: Experimente 8. Turbulente Diffusionsflammen: Aspekte der Modellierung 9. Gebietsdiagramm vorgemischter turbulenter Verbrennung 10. Der BML-Ansatz 11. Der Level-Set-Ansatz: Gefaltete Flammen 12. Der Level-Set-Ansatz: Dünne Relationszonen 13. Schadstoffbildung 14. Teilweise vorgemischte turbulente Diffusionsflammen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen unterschiedliche Modelle turbulenter Verbrennung und können deren physikalischen Grundlagen auf der Basis der Erhaltungsgleichungen für reagierende Strömungen herleiten. • Sie können numerische Lösungen aus CFD-Simulationenen interpretieren und deren Korrektheit überprüfen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Technische Verbrennung I
Literatur	Buch: N. Peters, "Turbulent Combustion", Cambridge 2000
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Heinz Pitsch
ECTS Credits	5

Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Chemische Energieumwandlung II (401165901)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Chemische Energieumwandlung II	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Vorlesung Chemische Energieumwandlung II	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Verbrennungskraftmaschinen: Thermodynamik und Emissionen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011667
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Bauformen von Verbrennungsmotoren (4-Takt-Hubkolbenmotor, Wankelmotor, 2-Takt-Motor). Die Bedeutung von Wellenvorgängen beim Ladungswechsel sowie ihre Beeinflussung durch konstruktive Maßnahmen werden nach der akustischen Theorie aufgezeigt. Die Aufgaben, Bauarten und dynamischen Vorgänge von Ventiltrieben werden in einem weiteren Abschnitt behandelt, wobei Hinweise zur Konstruktion gegeben werden. Weiterhin werden die verschiedenen Aufladeverfahren und deren Auswirkungen hinsichtlich der Leistung und des Wirkungsgrades untersucht. Unterschiedliche Gemischbildungsverfahren werden vorgestellt, unter anderem wird auf die Saugrohr- und Direkteinspritzung bei Ottomotoren und die Direkteinspritzung bei Dieselmotoren eingegangen. Die Bildung der im Abgas von Verbrennungsmotoren enthaltenen Schadstoffe sowie deren Beeinflussung werden für Otto- und Dieselmotoren aufgezeigt. Systeme zur Abgasreinigung werden vorgestellt. Es werden Oxidationskatalysatoren, Dreiwege-Katalysatoren sowie Systeme zur Reinigung von Abgas magerer Verbrennung behandelt. Zusätzlich werden auch Partikelfilter vorgestellt. Neben den Systemen selbst werden auch die Betriebsstrategien zum Einsatz solcher Systeme behandelt. Die Grundlagen moderne Motorsteuerungsgeräte sowie deren grundlegen Funktionsweise werden erläutert. Darüber hinaus werden auch die Funktionen zur On-Board-Diagnose behandelt. Abschließend wird ein kurzer Einblick in die Motorakustik gegeben. Die folgenden Themengebiete werden behandelt: • Ladungswechsel • Aufladung • Prozess im Ottomotor • Prozess im Dieselmotor • Abgasentstehung und -nachbehandlung • Motormanagement • Motorakustik
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studenten kennen die thermodynamischen Abläufe in Verbrennungskraftmaschinen • Die Studenten kennen die Mechanismen der Wärmeströme, Belastungen und Beanspruchungen des Verbrennungsmotors • Die Studenten kennen die wesentlichen Kenngrößen von Verbrennungskraftmaschinen und können sie kritisch bewerten • Die Studenten können die Ahnlichkeitsregeln herleiten und sind in der Lage, die mechanischen Leistungsgrenzen festzusetzen sowie die Auslegung von Motoren eigenständig durchzuführen

	• Die Studenten sind in der Lage, die anforderungsgerechte Auslegung entsprechender Konstruktionselemente vorzunehmen Fertigkelten und Kompetenzen: • Die Studenten sind in der Lage, Problemstellungen zu analysieren und selbständig geeignete Lösungswege zu erarbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundlagen Mobiler Antriebe
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen Mobiler Antriebe
Literatur	Skript und Folien zur Vorlesung und Übung Empfohlene weiterführende Literatur: Handbuch Verbrennungsmotor (Grundlagen, Komponenten, Systeme, Perspektiven) - Herausgeber: van Basshuysen, Richard, Schäfer, Fred (Hrsg.)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Verbrennungskraftmaschinen: Thermodynamik und Emissionen (401166701)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Verbrennungskraftmaschinen: Thermodynamik und Emissionen	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Vorlesung Verbrennungskraftmaschinen: Thermodynamik und Emissionen	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Dynamik der Mehrkörpersysteme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011487
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung • Grundlegende Zusammenhänge • Anwendungsgebiete 2 • Modellbildung • Modellansätze für physikalische Modelle • Mehrkörpersysteme • Ermittlung der Modellparameter • Allgemeine mathematische Beschreibungs-formen 3 • Kinematik der Mehrkörpersysteme • Position und Orientierung von Körpern • Translatorische Kinematik • Rotatorische Kinematik 4 • Bewegungsgleichungen: Lagrangesche Gleichungen 2. Art 5 • Bewegungsgleichungen: Newton-Eulersche Gleichungen 6 • Bewegungsgleichungen: Linearisierung, Eigenwertsatz 7 • Bewegungsgleichungen • Ungedämpfte nicht-gyroskopische Systeme • Gedämpfte gyroskopische Systeme • Eigenwertstabilitätskrieterien 8 • Lineare Systeme mit harmonischer Erregung • Reelle Frequenzgangmatrix • Komplexe Frequenzgangmatrix 9 • Zustandsgleichungen • Systemmatrix • Eigenwertansatz

10

- Zustandsgleichungen
- Fundamentalmatrix
- Modalmatrixansatz
- Satz von Cayley-Hamilton

11

- Zustandsgleichungen
- Analytische Lösung
- Numerische Lösung
- Sprungerregung
- Harmonische Erregung
- Periodische Erregung

12

- Einführung in MKS-Simulationsprogramme
- ADAMS
- SIMPACK
- SimMechanics

13

- Hands-On-Labor für MKS-Simulationsprogramme
- ADAMS
- SIMPACK
- SimMechanics

14

- Anwendungsbeispiel
- Modellierung
- Parameterfestlegung

15

- Anwendungsbeispiel
- Berechnung
- Auswertung

Lernziele/Lernergebnisse

Fachbezogen:

- Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über die Grundlagen der Mehrkörperdynamik
- Die Studierenden sind in der Lage Schwingungssysteme zu erfassen, zu beschreiben und einer Analyse zuzuführen.
- Die Studierenden haben die Fähigkeit mechanische Schwingungssysteme mathematisch zu modellieren unter Berücksichtigung physikalischer Effekte wie Elastizitäten, Dämpfung, Reibung etc.
- Die Studierenden kennen die wichtigsten Matrizen basierten Verfahren zur Berechnung des Eigenverhaltens und des Verhaltens unter Zwangserregung für lineare Schwingungssysteme.
- Zur Berechnung nichtlinearer Systeme sind die Studierenden in der Lage geeignete Programmsysteme auszuwählen und anzuwenden.
- Die Studierenden können die Ergebnisse von Simulationsrechnungen sinnvoll interpretieren insbesondere unter Berücksichtigung eventueller Vereibfachungen in der vorgenommenen Modellierung.
- Für die zu analysierenden Schwingungssysteme leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen die erforderlichen Methoden und Verfahren zur Synthese und Analyse her.
  Sie sind damit in der Lage mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, umfassende Fragestellungen und Probleme zur Auswahl und Auslegung von Schwingungssystemen aus der Industrie zu beantworten und zu lösen.

Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

- keine

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)

-

(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Mechanik I,II,III • Mathematik I bis III und numerische Mathematik • Grundlagen der Maschinen- und Strukturdynamik
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Schriftlich, Mündlich, E-Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. Burkhard Corves
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Dynamik der Mehrkörpersysteme (401148701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Dynamik der Mehrkörpersysteme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Dynamik der Mehrkörpersysteme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Water and Wastewater Treatment Technologies (Wahlpflichtfach)
Kennung	3022850
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Diese Veranstaltung umfasst das breite Spektrum von verschiedenen mechanischen, physikalisch-chemischen und biologischen (Ab-) Wasserbehandlungstechnologien. Die dazu benötigten Grundlagen der Wasserchemie werden vermittelt. Außerdem werden die aktuelle Wassersituation und -versorgung, sowie Quellen und Charakteristika verschiedener (Ab-) Wässer beleuchtet. (Gesetzliche) Anforderungen an die Behandlung dieser (Ab-) Wässern werden ebenfalls betrachtet.
Lernziele/Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme an dieser Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage… ...verfügbare Technologien zur (Ab-) Wasseraufbereitung umfassend zu beschreiben. ...die wichtigsten natürlichen und alternativen Süßwasserressourcen (z. B. Meerwasser) zu beschreiben und technische Verfahrenskombinationen zu deren Aufbereitung (z. B. Entsalzung, Desinfektion) zu bewerten. ...geeignete Lösungen für die Aufbereitung von Abwässern mit unterschiedlichem Verschmutzungsgrad zu bewerten und auszuwählen. ...Integrationen von (Abwasser-) Aufbereitungstechnologien in bestehende Prozesse zu diskutieren, z. B. im Bereich des produktionsintegrierten Umweltschutzes (Wasser- und Ressourcenwiederverwendung). ...die grundlegenden Aspekte rechtlicher Rahmenbedingungen im Bereich der (Ab-) Wasserbehandlung zu beschreiben.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine.
Literatur	Mackenzie L. Davis, Water and Wastewater Engineering: Design Principles and Practice, Second Edition (McGraw-Hill Education: New York, Chicago, San Francisco, Athens, London, Madrid, Mexico City, Milan, New Delhi, Singapore, Sydney, Toronto, 2020, 2010). https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9781260132274 Melin &; Rautenbach: Membranverfahren (2007), ISBN 978-3-540-34327-1 Metcalf &; Eddy, rev. by Tchobanoglous, George: Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery (2014), ISBN 978-0-07-340118-8 Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt, Bauhaus-Universität Weimar: Industrieabwasserbehandlung: rechtliche Grundlagen, Verfahrenstechnik, Abwasserbehandlung ausgewählter Industriebranchen, produktionsintegrierter Umweltschutz (2. überarbeitete Auflage - Weimar: Univ.-Verl. [u.a.], 2009), ISBN 978-3-86068-321-7
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Benotete Klausurarbeit. Es gibt keine Voraussetzungen für die Teilnahme an der Klausurarbeit.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. habil. Thomas Wintgens
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Water and Wastewater Treatment Technologies (302285001)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Water and Wastewater Treatment Technologies	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Water and Wastewater Treatment Technologies	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Stationäre Gasturbinen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014340
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	In der Vorlesung „Stationäre Gasturbinen“ wird den Studierenden die Technologie, der Energiewandlungsprozess und die Anwendungen von Gasturbinen für stationäre Anwendungen in der Strom- und Wärmeversorgung vermittelt. Die Studierenden erhalten zunächst einen Überblick über die technischen Ursprünge und die historische Entwicklung des Gasturbinenprozesses. Es wird aufgezeigt, wie sich die heute üblichen offenen Gasturbinenprozesse entwickelt haben. Eine Behandlung des idealisierten Kreisprozesses und des verlustbehafteten Kreisprozesses soll die Zusammenhänge zwischen Wirkungsgrad, Leistung und Betriebsparameter bei der anwendungsoptimierten Auslegung erklären. Es erfolgt eine Einteilung der stationären Gasturbinen in die zwei wesentlichen Bauarten. Die Besonderheiten sowie die Vor- und Nachteile der beiden Bauarten werden im Detail erklärt. In der Vorlesung wird dann die vereinfachte Berechnung des Gasturbinen-Kreisprozesses behandelt. Die Prozessberechnung erfolgt im 1D-Modell unter Berücksichtigung der wesentlichen Verluste der Gasturbine. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen werden die Möglichkeiten der Verbesserung des Gasturbinenprozesses behandelt. Es werden dabei die jeweils erreichbaren und erreichten technischen Fortschritte und die Limitierungen der Prozessoptimierung vorgestellt. Schließlich erfolgt eine Behandlung der Technologien der wesentlichen Gasturbinenkomponenten (Verdichter, Brennkammer und Turbine). Ebenso werden typische Auslegungskriterien diskutiert. Zum Schluss erfolgt ein Exkurs in exotische Gasturbinenprozesse für besondere Anwendungen.
Lernziele/Lernergebnisse	-
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Die Veranstaltung richtet sich vornehmlich an Studierende des Bachelorstudiengangs Maschinenbau mit der Vertiefungsrichtung Energietechnik. Interessierte Hörer anderer Studienrichtungen sind natürlich ebenfalls willkommen. Vorkenntnisse der Thermodynamik und des Rechnungswesens sind hilfreich aber nicht erforderlich.
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder der mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. habil. Manfred Christian Wirsum
ECTS Credits	6

Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Stationäre Gasturbinen (401434001)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Labor Stationäre Gasturbinen	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Stationäre Gasturbinen	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Stationäre Gasturbinen	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Dampfturbinen und Abwärmenutzung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010857
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Ausgangspunkt dieser Veranstaltung ist der Betrachtung der Thermodynamik des Wasser-Dampf-Kreislaufs. Basierend auf der Analyse des einfachen Dampfkraftprozesses werden verschiedene Prozessverbesserungsmaßnahmen analysiert und unterschiedliche Optionen zur Wärmebereitstellung vorgestellt und bewertet. Diese Veranstaltung ersetzt die Veranstaltung "Dampfturbinen". Aufbauend auf dem gewonnenen Verständnis des Wasser-Dampf-Kreislaufs wird die Dampfturbine im nächsten Themenblock als individuelle Komponente betrachtet. Es werden zunächst die gängigsten Bauarten und Auslegungsphilosophien von Dampfturbinen vorgestellt. Darauf aufbauend wird Wissen über ausgewählte konstruktive Merkmale von Dampfturbinen vermittelt. Als wichtiger Teilaspekt der Auslegung von Dampfturbinen wird das Thema „Werkstoffe“ in einem eigenen Themenblock behandelt. Dabei werden Werkstoffe vorgestellt, die in Stufen und Gehäusen in Dampfturbinen zum Einsatz kommen. Als weiterer wichtiger Teilaspekt der Auslegung und des Betriebs von Dampfturbinen wird das Thema „Nassdampf-Strömung“ separat behandelt. Es wird zunächst Wissen über die zugrundeliegenden Kondensationsmechanismen vermittelt. Aufbauend auf diesem Wissen werden Messverfahren zur Quantifizierung von Dampfnässe in Dampfturbinen und konstruktive Maßnahmen zum Umgang mit Dampfkondensation in Dampfturbinen vorgestellt und diskutiert. ; Ein weiterer Schwerpunkt der Veranstaltung liegt auf der Wasserchemie und deren Auswirkung auf den Betrieb von Dampfturbinen. Es werden die relevanten Korrosions- und Ablagerungsmechanismen von Wasserbegleitstoffen vorgestellt. Darauf aufbauend werden Anforderungen an die Wasserchemie abgeleitet und verschiedene Maßnahmen und Technologien zur Wasseraufbereitung und -konditionierung vorgestellt. Als weiterer Teilaspekt wird das Thema „Betrieb &; Regelung“ in einem umfassenden Themenblock behandelt. Ausgehend von der Betrachtung des Anfahrvorgangs von Dampfturbinen wird in diesem Rahmen Wissen über die verschiedenen Regelungsarten und wichtige betriebliche Aspekte vermittelt. Vor dem Hintergrund der sich wandelnden Anforderungen an thermische Kraftwerke wir dabei ein besonderer Schwerpunkt auf Flexibilisierungsmaßnahmen und die Auswirkungen einer flexiblen Betriebsweise auf die Lebensdauer von Dampfturbinen gelegt. Im abschließenden Themenblock wird der Einsatz von Dampfturbinen als Antriebsmaschinen beleuchtet. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Analyse der konstruktiven und betrieblichen Besonderheiten dieser Dampfturbinen.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studierenden verstehen den Einfluss von Prozessverbesserungsmaßnamen auf die thermodynamischen Leistungsparameter eines Wasser-Dampf-Kreislaufs. • Die Studierenden kennen die verschiedenen Bauarten von Dampfturbinen und wichtige konstruktive Merkmale. • Die Studierenden verstehen die Prinzipien der Energiewandlung in Dampfturbinen. • Die Studierenden kennen die wichtigsten Werkstoffe in Dampfturbinen.

	• Die Studierenden verstehen die Kondensationsmechanismen, die in Dampfturbinen auftreten können. • Die Studierenden verstehen die Bedeutung der Wasseraufbereitung in Dampfkraftprozessen und kennen entsprechende Möglichkeiten der Wasseraufbereitung und -konditionierung. Die wichtigsten Korrosions- und Ablagerungsmechanismen sind den Studierenden bekannt. • Die Studierenden verstehen den Anfahrvorgang von Dampfturbinen und die wichtigsten Regelungsarten. • Die Studierenden verstehen die betrieblichen und konstruktiven Besonderheiten des Einsatzes von Dampfturbinen als Antriebsmaschinen. Fertigkeiten und Kompetenzen: • Die Studierenden können (vereinfachte) Wasser-Dampf-Kreisläufe mit Prozessverbesserungsmaßnahmen berechnen • Die Studierenden können Dampfturbinen anhand ihrer Bauart, konstruktiven Merkmalen und Werkstoffen bewerten • Die Studierenden können Dampfturbinen hinsichtlich der Problemstellungen durch Nassdampfkondensation bewerten • Die Studierenden können Maßnahmen zur Wasseraufbereitung und -konditionierung (vereinfacht) konzipieren • Die Studierenden können die Herausforderungen der zunehmenden Flexibilisierung des Dampfturbinenbetriebs bewerten Sonstiges: • Die Studierenden sind in der Lage, Probleme eigenständig zu identifizieren und eine Problemstellung dazu zu formulieren. • Sie können ferner geeignete Lösungsmöglichkeiten entwickeln und einander gegenüberstellen. • Auf diese Weise verfügen sie über Kompetenz zur selbstständigen, ingenieurwissenschaftlichen Problemlösung.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder aus der Note der mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. habil. Manfred Christian Wirsum
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-

Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Dampfturbinen und Abwärmenutzung (401085701)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Dampfturbinen und Abwärmenutzung	1. Semester	2. Semester	-	1
Labor Dampfturbinen und Abwärmenutzung	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Dampfturbinen und Abwärmenutzung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Strom- und Wärmeversorgungsanlagen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010856
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	In der Veranstaltung „Strom- und Wärmeversorgungsanlagen“ wird Wissen über Anlagen, die derzeit im Bereich der Strom- und Wärmeversorgung zum Einsatz kommen, sowie deren Komponenten vermittelt. Diese Veranstaltung ersetzt die Veranstaltung „Kraftwerksprozesse“. Der Einstieg in diese Veranstaltung erfolgt anhand eines Überblicks über die aktuelle Strom- und Wärmeversorgungsinfrastruktur in Deutschland. Dabei steht auch der Blick auf die derzeitige und prognostizierte Marktsituation der verschiedenen eingesetzten Technologien im Vordergrund. Für eine detaillierte Betrachtung werden zunächst die Prozesse in Strom- und Wärmeversorgungsanlagen vorgestellt und die zugrunde liegende Thermodynamik behandelt. Neben klassischen Kraftwerksanlagen liegt der Fokus außerdem auf Wärmepumpenprozessen, anderen Power-to-Heat-Anlagen sowie dem Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung. Ergänzend werden Möglichkeiten zur thermischen Energiespeicherung erörtert. Im Kernteil der Veranstaltung werden die einzelnen Komponenten, aus denen sich die übergeordneten Anlagen zusammensetzen, und deren Funktionsweise behandelt. Die Unterteilung erfolgt anhand der Energieumwandlung und umfasst folgende Inhalte: Feuerungen, Dampferzeuger, Wärmeübertrager, Turbinen & Expander, Kühlungen & Kondensatoren, Pumpen & Kompressoren, Ventile & Armaturen, Generatoren sowie Hilfssysteme. Basierend auf dem erlangten Wissen zur Funktionsweise der Komponenten wird auf den Betrieb und die Regelung der eingangs behandelten Anlagen zur Strom- und Wärmeversorgung eingegangen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf dem Aspekt der Emission von Schadstoffen und Maßnahmen zur Emissionsreduktion. Um das praktische Verständnis der Betriebs- und Regelungsvorgänge zu stärken, werden die Vorlesungsinhalte mithilfe von Laborübungen am Kraftwerkssimulator vertieft. Den Abschluss der Veranstaltung bilden industrielle und kommunale Anwendungsbeispiele. Anhand von realisierten Anlagenkonzepten werden die verschiedenen Prozesse einander gegenübergestellt und ihre Vor- und Nachteile deutlich. Dadurch werden die potenziellen Einsatzbereiche der verschiedenen technischen Konzepte zur Strom- und Wärmeversorgung klar erkennbar.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studierenden kennen grundlegende Prozesse, die in der Strom- und Wärmeversorgung zum Einsatz kommen. • Die Studierenden haben ein detailliertes Verständnis des Aufbaus und der Funktionsweise von den Komponenten, die in solchen Anlagen zum Einsatz kommen • Sie verstehen den Aufbau, den Betrieb und die Regelung von Strom- und Wärmeversorgungsanlagen. • Den Studierenden sind die Schadstoffe bekannt, die beim Betrieb solcher Anlagen emittiert werden, und können Maßnahmen zur Emissionsminderung benennen. Fertigkeiten und Kompetenzen: • Die Studierenden können Prozesse zur Strom- und Wärmeversorgung thermodynamisch berechnen und in ihren Grundzügen auslegen. • Sie können die Betriebsweise der Anlagen in Abhängigkeit von den eingesetzten Komponenten beschreiben. • Die Studierenden können Ansätze zur Regelung der Prozesse je nach Strom- und Wärmebedarf aufzeigen.

	• Sie können die vorgestellten Prozesse bezüglich potenzieller Einsatzszenarien einordnen und bewerten. Sonstiges: • Die Studierenden sind in der Lage, Probleme eigenständig zu identifizieren und eine Problemstellung dazu zu formulieren. • Sie können ferner geeignete Lösungsmöglichkeiten entwickeln und einander gegenüberstellen. • Auf diese Weise verfügen sie über Kompetenz zur selbstständigen, ingenieurwissenschaftlichen Problemlösung.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Die Veranstaltung richtet sich vornehmlich an Studierende des Bachelorstudiengangs Maschinenbau mit der Vertiefungsrichtung Energietechnik. Interessierte Hörer anderer Studienrichtungen sind natürlich ebenfalls willkommen. Vorkenntnisse der Thermodynamik und des Rechnungswesens sind hilfreich aber nicht erforderlich.
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. habil. Manfred Christian Wirsum
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strom- und Wärmeversorgungsanlagen (401085601)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strom- und Wärmeversorgungsanlagen	1. Semester	2. Semester	-	2

Übung Strom- und Wärmeversorgungsanlagen	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Raumfahrtantriebe II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011712
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Treibstoffaufbereitung und Verbrennungsprozess bei Flüssigkeitstriebwerken 2. Auslegung von Treibstoffpumpen und Turbinen 3. Schubvektorsteuerung 4. Verbrennungsinstabilitäten 5. Auslegung und Betrieb von Testanlagen 6. Antriebe für Satelliten und Orbitalsysteme 7. Luftatmende Antriebe und Kombinationstriebwerke für wieder verwendbare Raumtransportsysteme
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden können die Treibstoffaufbereitung und den Verbrennungsprozess bei Flüssigtriebwerken beschreiben. • Sie wissen, wie Treibstoffpumpen und Turbinen auszulegen sind. • Sie verstehen das Prinzip der Schubvektorsteuerung. • Sie können mögliche Verbrennungsinstabilitäten beschreiben. • Sie wissen, wie Testanlagen auszulegen und zu betreiben sind. • Sie kennen die speziellen Antriebe für Satelliten und Orbitalsysteme sowie für wieder verwendbare Raumtransportsysteme Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Thermodynamik • Strömungsmechanik • Raumfahrtantriebe I
Literatur	Koschel, W.: Raumfahrttantriebe II, Vorlesungsmanuskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	schriftlich oder mündlich
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Raumfahrtantriebe II (401171201)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Raumfahrtantriebe II	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Raumfahrtantriebe II	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Raumfahrtantriebe I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011703
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Funktionsweise und Aufbau eines Raketentriebwerks 2. Einführung der charakteristischen Kenngrößen 3. Übersicht der Bauarten von Raketentriebwerken (chemisch, nuklear, elektrisch) 4. Gasdynamische Grundlagen der Düsenströmung 5. Düsenauslegung 6. Flüssigkeitstriebwerke: Verbrennungsgüte, Treibstoffe, Basiszyklen, Brennkammer (Geometrie, Injektorelemente, Treibstoffaufbereitung, Kühlkonzepte, Pumpensysteme) 7. Feststofftriebwerke: Komponenten, Treibstoffarten, innere Ballistik, Gestaltung der Abbrandfläche bezüglich des Schubes, Treibstoffherstellungsprozess
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Funktionsweise und den Aufbau eines Raketentriebwerks und seine charakteristischen Kenngrößen. • Sie können verschiedene Bauarten von Raketentriebwerken erläutern. • Sie beherrschen die gasdynamischen Grundlagen der Düsenströmung und können auf dieser Basis Düsen für Raketentriebwerke auslegen. • Sie kennen die Elemente von Flüssigkeits- und Feststofftriebwerken und können zugehörige Prozesse beschreiben. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Thermodynamik • Strömungsmechanik • Grundlagen der Turbomaschinen
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	schriftlich oder mündlich
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Raumfahrtantriebe I (401170301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Raumfahrtantriebe I	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Raumfahrtantriebe I	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Digitales Produktmanagement (Wahlpflichtfach)
Kennung	4023500
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Digitalisierung und Vernetzung der Produktion erhöht die Verfügbarkeit von Daten über den gesamten Produktlebenszyklus und zeigt neue Potentiale in der Wertschöpfung traditioneller Branchen. Mit den hierfür benötigten neuen Kompetenzen und Fertigkeiten geht jedoch auch ein kultureller und struktureller Wandel in der Organisation und Art der Zusammenarbeit einher. Das Seminar behandelt daher das Spannungsfeld aus traditionellem Maschinen- und Anlagenbau mit agiler Produktentwicklung und neuen Geschäftsmodellen wie Software as a Service. Es adressiert weiterhin die sich stark verändernde Rolle von Domänenexperten und -mitarbeitern in Bezug auf die von Ihnen eingesetzten Systeme, Prozesse und Produkte. Mit der Schwerpunktverlagerung der Datenanalyse von reaktiv und korrigierend zu proaktiv und prädizierend bleiben die Grundsätze des Betriebs von Maschinen und Anlagen bestehen, im Produktionsumfeld handelnde Akteure benötigen allerdings Werkzeuge, z.B. aus der Domäne des Machine Learnings, um mit einer veränderten Komplexität umgehen zu können. Um in einer humanzentrierten Produktion zukünftig informierte Entscheidungen zu treffen, bedarf es nutzerzentriert entwickelter digitaler Systeme (Smart Quality Expert-Systeme). Es werden daher zunächst die Grundbegriffe der Industrie 4.0, Machine Learning, Künstlicher Intelligenz und viele weitere abgegrenzt. In einem zweiten Schritt erfolgt eine Aufarbeitung der Unterschiede klassischer Wasserfall-basierter Entwicklungsmethoden zu den Ansätzen agiler, nutzerzentierter Entwicklung. Nach der Nutzersicht gilt es, die technischen Lösungsaspekte zu verstehen und zu bewerten. Neben Webtechnologien sind dies insbesondere Werkzeuge aus den Bereichen Data Science, Data Engineering und serverloser Architektur (Cloud). Weiterhin werden die verschiedenen Quellen und Systeme für Daten und Informationen in produzierenden Unternehmen adressiert. Dies umfasst neben ihrer strukturellen Ordnung (Automatisierungspyramide) auch die hier derzeit erfolgenden technischen und organisatorischen Veränderungen. Anhand von durchgängigen Beispielen werden die Inhalte in Kleingruppen entlang mehrerer Themenblöcke vollzogen und ausgearbeitet, um anhand der studentischen „Do it yourself“-Arbeit einen nachhaltigen Lernerfolg sicherzustellen. Use Cases aus der Industrie unterstreichen an geeigneten Stellen die theoretischen Inhalte.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen i. Was ist ein Smart Quality Expert System? - Entscheidungsunterstützung vs Autonome Entscheidung - Digitaler Zwilling und Prescriptive Analytics Methoden - Entscheidungskette: Informationsbereitstellung, Entscheidungsunterstützung, Autonome Entscheidung - Kontextspezifische Entscheidung vs. Nutzerspezifische Entscheidung ii. Welche Technologien und Techniken setze ich ein? - Grundzüge der Problemanalyse (Design Thinking) vs.Agile Produktentwicklung - UI/UX und Web-Entwicklung (Front-End und Back-End Technologien) - Plattformen und skalierbare, serverlose Infrastruktur - Datenverarbeitung und Analyse (Data Analytics) - Smart Wearables und Endgeräte iii. Welche Daten sind erforderlich und wo kommen sie her? - Daten, Informationen und Wissen - Automationspyramide vs. Steuerungen und Maschinendaten - Speicherung, Aufbereitung und Vorverarbeitung von Daten b. Verstehen i. Wo und wofür setze ich Smart Quality Expert-Systeme ein? ii. Wie nutze ich die Daten für die Zwecke des SQE-Systems? c. Anwendung i. Wie entwickle und nutze ich ein SQE System?

	ii. Welche Architektur wird benötigt? Fach- und Methodenkompetenz Die Studierenden entwickeln ein im betrieblichen Ablauf operationalisierbares Verständnis für die kunden- und problemzentrierte Entwicklung von Anwendungen nach Design Thinking. Ferner lernen sie den Einsatz und die Unterschiedene verschiedener digitaler Technologien (Web, Data Science, Data Engineering, Datenbanken, Cloud) für den Einsatz in produzierenden Unternehmen kennen und sind anschließend in der Lage, die verschiedenen Automationslevel und Datenquellen in Unternehmen zu unterscheiden, bewerten und für die Entwicklung von Smart Quality Expert-Systemen einzubinden. Anwendungskompetenz Die Studierenden sind in der Lage, Expertensysteme (Smart Quality Expert-Systeme, SQE) in der industriellen Praxis zu verstehen und für erfolgsversprechende Use Cases zu entwickeln. Im Kontext der Veränderungen von Industrie 4.0 haben sie die hierfür notwendigen technischen wie sozialen und prozessualen Fähigkeiten verinnerlicht, die sich aus dem besonderen Spannungsfeld der Anwendungsdomäne (produzierende Unternehmen) mit digitalen Technologien (Data Analytics, Web-Entwicklung, Cloud) und Vorgehensweisen (Design Thinking, SCRUM, agile Entwicklung) ergeben und die sie z.B. in einer Tätigkeit als Projektmanager benötigen. Handlungskompetenz Studierende, die das Seminar erfolgreich absolviert haben, können sich im Kontext einer späteren Tätigkeit als Qualitäts- und Produktionsmanager im Kontext der Entwicklung von Smart Quality Expert-Systemen z.B. als Projektmanager einbringen. Sie sind in der Lage, mit Experten verschiedener Fachdomänen gemeinsam Smart Quality Expert-Systeme zu entwickeln, die typischen Fallstricke im agilen Wandel (traditioneller) Unternehmen zu umgehen und positiv auf die notwendigen Veränderungen in ihren zukünftigen Organisationen einzuwirken.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Informatik im Maschinenbau oder vergleichbare Qualitätsmanagement bzw. Industrial Intelligence Interlaced Quality Management
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 80% aus der schriftlichen Hausarbeit und zu 20% aus der Präsentation.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Robert H. Schmitt
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Digitales Produktmanagement (402350001)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	2	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Digitales Produktmanagement	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012524
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	In der Veranstaltung „Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau“ wird die Ähnlichkeitstheorie mit ihrer systematischen Methodik an einer Vielzahl praktischer Beispiele vorgestellt. Diese Veranstaltung entspricht der Veranstaltung „Ähnlichkeitsprobleme des Maschinenbaus".Die Ähnlichkeitstheorie findet in allen Bereichen des Maschinenbaus Anwendung und wird insbesondere bei der Auslegung von Prüfständen und der Durchführung von Versuchsreihen genutzt. Zu Beginn der Veranstaltung wird das Ähnlichkeitsprinzip vorgestellt und auf die Möglichkeiten und Ziele eingegangen. Diese sind insbesondere die effiziente Durchführung experimenteller Arbeiten. Daraufhin wird die Methodik der Ähnlichkeitstheorie eingeführt, mit der aus einem Satz von Einflussgrößen ein in der Regel kleinerer Satz an dimensionslosen Kenngrößen resultiert, der die vorliegende Anwendung vollständig beschreibt. Der auf Grundlagen eingehende Teil der Veranstaltung schließt mit der Vorstellung der Grunddimensionen und der Möglichkeit, Grunddimensionen zu eliminieren, um im folgenden Vorlesungsteil fundiert die Dimensionsanalyse durchführen zu können. Im anwendungsorientierten Teil der Veranstaltung werden verschiedene Systeme im Hinblick auf die physikalischen Zusammenhänge analysiert, um charakteristische Einflussgrößen zu identifizieren. Mithilfe der Dimensionsanalyse werden daraus dimensionslose Kennzahlen abgeleitet, deren einzelne Bedeutung eingehend behandelt wird. Die Vorlesung geht dabei insbesondere auf Strömungsprobleme mit steigender Komplexität, Wärmeübertragung, Schwingungen und die Baureihenentwicklung ein. Die betrachteten strömungstechnischen Anwendungen reichen hierbei von isovolumetrischen Strömungen um Schiffe oder Kraftfahrzeuge über kompressible Strömungen um Flugzeuge bis hin zur kompressiblen instationären Strömung in Turbomaschinen. In der ähnlichkeitstheoretischen Betrachtung der Wärmeübertragung wird der Wärmetransport in Fluiden und Festkörpern einzeln und gekoppelt betrachtet, wobei auch auf die effiziente numerische CHT-Simulation (gekoppelte Strömungs- und Festkörperberechnung) eingegangen wird, dessen Rechenaufwand mithilfe der Ähnlichkeitstheorie verringert werden kann. Bestandteil der Veranstaltungskapitel ist auch immer das Modellversuchswesen. Basierend auf den ermittelten dimensionslosen Kenngrößen lassen sich für das Modellversuchswesen allgemeine Gesetzmäßigkeiten ableiten, die eine Skalierung von experimentellen Untersuchungen möglich machen. Resultat ist hierbei zum Beispiel der einzustellende Druck bei einem Windkanalversuch mit stark skaliertem Modell.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studierenden kennen das Ähnlichkeitsprinzip und sind in der Lage, es für eine Vielzahl von Fragestellungen im Maschinenbau anzuwenden. • Insbesondere in den Feldern Strömung, Mechanik und Wärmeübertragung können die Studierenden Fragestellungen ohne die Notwendigkeit der Aufstellung der beschreibenden Gleichungen analysieren. • Sie verstehen die physikalischen Grundlagen der jeweiligen Fragestellungen und können mittels einer Ähnlichkeitsbetrachtung, in der sie Kenngrößen ableiten, diese vereinfachen. Fertigkeiten und Kompetenzen:

	• Die Studierenden sind in der Lage, Grunddimensionen und Bezugsgrößen einer Anwendung zu identifizieren. • Die Studierenden können die optimale Lösung auswählen (mit den wenigsten dimensionslosen Parametern). Sie können dimensionslose Parameter in physikalisch sinnvolle und allgemein angewandte Parameter umwandeln. • Die Studierenden können die Resultate der Ähnlichkeitsbetrachtung in für die Hauptfragestellung relevante Größen umwandeln. Sonstiges: • Die Übungsaufgaben werden individuell gelöst, damit die Studierenden die Fähigkeit entwickeln, selbständig Lösungsansätze zu erarbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Strömungslehre • Wärme- und Stoffübertragung • Grundlagen der Turbomaschin
Literatur	Vorlesungsskript Empfohlene weiterführende Literatur: Kattanek / Gröger / Bode: „Ähnlichkeitstheorie“, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1967 J. Pawlowski: „Die Ähnlichkeitstheorie in der physikalischen technischen Forschung – Grundlagen und Anwendung“, 1970, ISBN 3-540-05007-5 Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York B. Kögl, F. Moser: „Grundlagen der Verfahrenstechnik“, Springer Verlag Wien GmbH, 1981, ISBN 978-3-7091-2271-6
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	-
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau (401252401)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Vehicle Acoustics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011421
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Basics of Acoustics • Audiology, Measuring (airborne) sound • Measuring (structure-borne) sound and vibrations • Legislation, Accelerated pass-by noise measurement procedure (ISO 362) • Engine noise • Noise and vibrations of drivetrain components • Vibrations of vehicle drivetrains • Road/tyre noise (part 1) • Road/tyre noise (part 2) • Noise and vibrations of brake systems • Power steering noise • Vehicle body noise and vibration (part 1) • Vehicle body noise and vibration (part 2) • Psychoacoustics, Sound engineering
Lernziele/Lernergebnisse	Participants gain in-depth knowledge of all relevant parts within the field of vehicle acoustics, both in theory and practise. The course is accompanied by exercises comprising comprehensive examples
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	One written exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Vehicle Acoustics (401142101)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Vehicle Acoustics	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Exercise Vehicle Acoustics	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Energy Conversion Technology (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011052
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	The starting point of this lecture is the teaching of definitions and fundamentals that are required for the analysis of energy conversion processes in general. Solid, fluid and gaseous energy carriers are examined in detail. This includes the analysis of the availability and the physical and chemical properties of the most important fossil energy carriers (e.g. coal, natural gas, oil) and of biomass derived fuels. The lecture focusses on thermal energy conversion processes. Based on the analysis of simplified thermodynamic cycles, the design of selected processes (e.g. gas turbines, steam turbines) is investigated in more detail. A section of the lecture is dedicated to examine the conversion of fossil energy carriers into heat. Based on a teaching of the fundamentals of combustion, selected combustion and heat exchanger technologies prevailing in typical energy conversion systems are discussed in more detail. Subsequently the lecture deals with the conversion of mechanical energy into heat. A special focus is given to industrial scale heat pump processes. Based on the understanding of the properties of fossil energy carriers, the next section provides an overview of the most common methods for the refinement of fossil energy carriers aiming at the production of syngas and of secondary fuels. The principles of thermal energy conversion in rotating machines are outlined. Based on an explanation of the basic functionality of turbomachines, the most important design and operational characteristics of these machines are discussed. The last section of the lecture focusses on the topic of energy conversion technologies utilizing hydraulic energy. In this section, a special emphasis is placed on water energy conversion technologies.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • The students understand the thermodynamic fundamentals of the most important energy conversion technologies. • Students understand the potential and the limits of energy conversion processes from a thermodynamic point of view. • The students understand the main functional principles and the design characteristics of the most important energy conversion technologies. • The students know the most important properties of fossil energy carriers. Fertigkeiten und Kompetenzen: • The students are able to select suiting energy conversion technologies for various application areas. • The students are able to assess the design of energy conversion systems. • The students are able to perform (simplified) calculations of energy conversion systems.

	Sonstiges: • The students are able to identify problems and to present the core of the problem in detail. • The students are able to delevop approaches to solve the problem and to select a suitable method of resolution. • Therefore, the students develop problem-solving competencies for engineering tasks.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder der mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Manfred Christian Wirsum
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Energy Conversion Technology (401105201)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Energy Conversion Technology	2. Semester	1. Semester	-	2
Exercise Energy Conversion Technology	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Fluidtechnik - Systeme und Komponenten (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013317
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Grundlagen hydraulischer Systeme 2. Verlustbehaftete Strömungen und Rohrleitungssysteme 3. Hydraulische Systeme und Netzwerke 4. Ventile I - Bauarten und Funktionen 5. Ventile II - Betätigung und Störgrößen 6. Druckflüssigkeiten, Filter und Behälter 7. Pumpen und Motoren I - Bauarten und Wirkungsgrad 8. Pumpen und Motoren II - Pulsation und Regelung 9. Dichtungstechnik, Hydraulikspeicher und Kühler 10. Klassische hydraulische Systeme 11. Nachhaltige fluidtechnische Systeme 12. Digitalisierte fluidtechnische Systeme 13. Grundlagen und Anwendungen der Pneumatik
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: In der Lehrveranstaltung erlernen die Studierenden die Grundlagen der hydraulischen und pneumatischen Antriebstechnik und ihrer Systeme. Neben einem vertieften Systemverständnis, liegt der Schwerpunkt auf der Vermittlung der hydraulischen Komponenten. Die digitale Abbildung dieser Komponenten und die Zusammenführung zu einem digitalen Modell des Systems ist ein weiterer Schwerpunkt der Lernveranstaltung mit dem Ziel des Aufbaus von digitalen Zwillingen und vorausschauender Wartung im hydraulischen System. Die Veranstaltung betrachtet die wesentlichen Inhalte: - Auslegung, Konstruktion und Berechnung hydraulischer Systeme - Digitale Abbildung der hydraulischen Komponenten und Systeme und Kopplung mit dem realen Modell über Sensorik - Grundlegender Aufbau, Vor- und Nachteile pneumatischer Systeme Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, fluidtechnische Schaltpläne lesen und erstellen zu können und die komplexen Systeme zu verstehen. Die Studierenden erlernen die Vor- und Nachteile der fluidtechnischen Antriebstechnologien auch im Vergleich zu den elektrischen, elektromechanischen und mechanischen Antriebslösungen und können die zielführendste je nach Aufgabenstellung auswählen. Sie erlernen für einfach Anwendungsfälle das hydraulische System auslegen und berechnen zu können, sowie seine Regelung zu beherrschen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Strömungsmechanik I

Literatur	K. Schmitz, Fluidtechnik – Systeme und Komponenten, Shaker Verlag Empfohlene weiterführende Literatur: Findeisen, Ölhydraulik, Springer
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Schmitz, Katharina
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fluidtechnik - Systeme und Komponenten (401331701)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fluidtechnik - Systeme und Komponenten	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Fluidtechnik - Systeme und Komponenten	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Powertrain Calibration: Propulsion Systems (Wahlpflichtfach)
Kennung	4023499
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The course provides students with a profound knowledge about the calibration of mobile propulsion systems. The development process of the system's control units is focused and the basic structure of these is explained. The different steps in the calibration process will be addressed by means of the different topics such as "Base Calibration", "Drivability", "Emission Calibration" or "On-Board Diagnostics (OBD)". Typical tasks within these areas will be identified and deepened with explicit practical examples. The challenges and special features of individual drive concepts are differentiated, so that students gain fundamental insights into conventional combustion engines as well as - under the aspect of electrification - into innovative hybrid and alternative powertrains. In parallel, the methods and tools for calibration tasks are explained. In addition to conventional test bench setups, Engine- (Eil), Hardware- (Hil) or Model-in-the-loop (Mil) approaches, which support the process of virtual calibration in a partially simulative environment and promote the development shift from the road to the test bench and the desktop ("road-to-rig-to-desktop"), are addressed. Furthermore, basics on related topics such as Design of Experiments (DoE), Artificial lntelligence (Al) and Machine learning are presented.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • The students know the essential thermodynamic and mechanical processes in mobile propulsion systems • The students know the requirements and challenges for the calibration of modern propulsion systems • The students are familiar with the different topics in the calibration process and know which contents and scopes are addressed • The students know the general structure of the propulsion system's control unit and the principles for the realization and validation of functionalities • The students know the actuators and sensors that are used for engine control and know the working principles • The students know the interactions and challenges in the calibration of the propulsion system's control parameters and their effect on the processes in these • The students know tools and methods of vehicle calibration and lheir functionalities • The students are able to define and select suitable tools and process steps for different calibration tasks Fertigkeiten und Kompetenzen: • The students are able to identify specific calibration tasks based on the relationships of characteristics and components in mobile propulsion system applications • The students are able to analyse problems independently and to define suitable process steps for their solution
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen der Verbrennungsmotoren und mobiler Antriebe, Elektronik und Elektrotechnik, Physik, Chemie, Mechanik und Thermodynamik, Grundlegende Kenntnisse der Regelungstechnik

Literatur	Bosch: Diesel-Engine Management, Wiley Bosch: Gasoline-Engine Management, Wiley
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Pischinger
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Powertrain Calibration: Propulsion Systems (402349901)	1. Semester	2. Semester	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Powertrain Calibration: Propulsion Systems	1. Semester	2. Semester	-	2
Exercise Powertrain Calibration: Propulsion Systems	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017421
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1) Einführung: Motivation, Marktrelevanz, Übersicht relevanter Verfahren 2) Selective Laser Melting: Verfahrensprinzip, Entwicklung von Prozessstrategien, Qualitäts- und Kostenoptimierung, High Power SLM 3) Laser Metal Deposition: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele 4) Selective Laser Sintering & Stereolithographie: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele 5) Dünnschicht-Verfahren: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele 6) Werkstoffe & Prozesskontrolle: Materialklassen, Eigenschaften & Einsatzgebiete, Materialherstellung und Qualitätssicherung, Qualitätsaspekte in der Additiven Fertigung, Systemtechnik und Prozesssensorik, Steuerung & Regelung von Laserfertigungsprozessen 7) Design for Additive Manufacturing I: Agiles Projektmanagement in der Additiven Fertigung, Erweiterung der CAE Prozesskette, Software AM, AM gerechte Produktentwicklung 8) Design for Additive Manufacturing II: Simulationsgetriebene Designprozesse (Topologieoptimierung, Integration von Gitterstrukturen, Funktionsintegration) 9) Arbeitsvorbereitung I: Jobvorbereitung (Datenkontrolle und Aufbereitung, CAM (SLM vs. LMD), Teileplatzierung & Materialhandling, Arbeitssicherheit und Umwelt. 10) Arbeitsvorbereitung II: Simulation (Schmelzdynamik, Wärmetransport, Gefüge, Spannungen, Gasströmung und Düsenauslegung) 11) Folgeprozesse: Wärmenachbehandlung, Oberflächenfinishing, Hybridanwendungen, Automatisierungskonzepte. 12) Anwendungsfelder und Märkte: Heutige Anwendungsfelder & Erwartete Entwicklungen, Wirtschaftlichkeit, Ggfs. Rechtsfragen 13) Zusammenfassung und Future Trends: Schlüsseleigenschaften der AM- Technologie, Übersicht der physikalischen und digitalen Prozesskette, Ausblick
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: - Die Studierenden kennen die wesentlichen AM-Verfahren sowie deren grundlegenden Eigenschaften und Anwendungen. - Die Studierenden sind in der Lage die AM-Technologien gegenüber konventionellen Fertigungsverfahren abzugrenzen. - Die Studierenden haben Kenntnis über AM-spezifische Konstruktionsregeln sowie simulationsgetriebene Designprozesse. Zudem sind Ihnen die wesentlichen vor- und nachgelagerten Prozessschritte sowie die Wechselwirkungen entlang der digitalen und physischen Prozesskette bekannt.

	- Die Studierenden kennen die wesenllichen Einflussfaktoren auf die wirtschaftliche Anwendbarkeit der AM-Technologie. - Die Studierenden haben Kenntnis über angrenzende Themengebiete, welche mit den heutigen Anwendungsfeldern und den erwarteten Entwicklungen einhergehen. Fertigkeiten und Kompetenzen: - Die Studierenden sind in der Lage Lösungen zu vorgegebenen Fragestellungen selbstständig zu erarbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: - Kenntnisse der Fertigungstechnik - Kenntnisse der Wärme- und Stoffübertragung - Kenntnisse der Lasertechnik
Literatur	Vorlesungsskript, Übungsaufgaben
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Johannes Schleifenbaum
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse (401742101)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Ausgewählte Kapitel der Energieanlagen und Flugantriebe (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012539
Version	V2_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Turbomaschinen spielen in weiten Teilen unseres Lebens eine bedeutende Rolle. Sie sind Antriebe nahezu aller modernen Flugzeuge, werden im Bereich der Stromerzeugung eingesetzt oder sind wichtiger Bestandteil in Anlagen der Prozessindustrie. Dabei werden immer höhere Anforderungen in Bezug auf Effizienz, Emissionen und Leistungsfähigkeit gestellt. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können ist ein tiefes Verständnis der Thermodynamik, Aerodynamik und Strukturmechanik von Turbomaschinen erforderlich. Die Turbomaschinenindustrie und daran angeschlossene Industriezweige sind sehr vielseitig und bieten zahlreiche interessante komplexe Themenbereiche. In der Vorlesung „Ausgewählte Kapitel der Energieanlagen und Flugantriebe“ werden aktuelle Herausforderungen in der Turbomaschinen- und Energietechnik von Vertretern aus Forschung, Industrie und Politik vorgestellt und erläutert. Der Vorlesungsinhalt wechselt jedes Semester, sodass stets eine hohe Aktualität der vorgetragenen Themen sichergestellt werden kann. Beispiele für vergangene und wiederkehrende Vorlesungsinhalte sind alternative Antriebskonzepte (z.B. Hybrid-elektrisch), Wartung und Instandsetzung von Turbomaschinen sowie deren zukünftige Anwendungsbereiche. Die detaillierten Inhalte der jeweiligen Semester werden vom Institut für Strahlantriebe und Turbomaschinen (IST) oder vom Institut für Kraftwerkstechnik, Dampf- und Gastrubinen (IKDG) bekannt gegeben. Die beiden Institute sind alternierend für den Inhalt der Vorlesung verantwortlich.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden erhalten Einblick in aktuelle Problemkreise im Bereich der Kraftwerksund Turbomaschinentechnik und kennen die Schwerpunkte laufender Forschungsthemen. • Durch Vorträge aus der Industrie und Forschung sind die Studierenden in der Lage, aktuelle Fragestellungen und Diskussionen der Öffentlichkeit im Bereich der Energietechnik zu analysieren und bewerten zu können. • Durch die große fachliche Breite und die inhaltliche Kompetenz der verschiedenen Vorträge sind die Studierenden fähig, sich einen umfassenden Einblick über das jeweils behandelte Themengebiet zu verschaffen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind fähig, Problemstellungen eigenständig zu erkennen, zu formulieren und geeignete Lösungsansätze zu erarbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vortragsunterlagen
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Hausarbeit und/oder ein Kolloquium
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke Universitätsprofessor Dr.-Ing. habil. Manfred Christian Wirsum
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Ausgewählte Kapitel der Energieanlagen und Flugantriebe (401253901)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Ausgewählte Kapitel der Energieanlagen und Flugantriebe	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Ausgewählte Kapitel der Energieanlagen und Flugantriebe	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Aerothermal Design of Space Transportation Systems (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014418
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Raumfahrtmissionen und Raumfahrzeuge • Atmosphärische Eigenschaften der Planeten • Strömungregime in Anhängigkeit der Machzahl • Strömungsregime in Abhängigkeit der Reynoldzahl • Strömungsregime in Abhängigkeit der Knudsenzahl • Vorentwurfsmethoden für Raumfahrzeuge • Viskose Effekte auf das Raumfahrzeugdesign • Einfluss des Grenzschichtumschlags auf das Raumfahrzeugdesign • Methoden zur Reduzierung von Transitionseinflüssen • Einfluss der starken Strömungsinteraktionen auf das Raumfahrzeugdesign • Hochenthalpieeffekte während des Hyperschallfluges • Wärmeübertragung in Hochenthalpieströmungen • Oberflächenkatalyzität • HitzeschutzsystemeCMC-Strukturen • Ablationsmaterialien • Strömungs-Struktur-Wechselwirkung während des Hyperschallfluges • Spektroskopische Methoden für die Strömungscharakterisierung • Methoden zur Materialcharakterisierung • Aerodynamische Stabilität von Raumfahrzeugen • Methoden zur Bestimmung der statischen und dynamischen Beiwerten • Health-Monitoring bei Raumfahrzeugen • ThermalmanagementPlasma-Strömungskontrolle • Qualifizierungsanlagen für Raumfahrzeugkomponenten • Numerische Simulationswerkzeuge • Design von Hyperschallflugexperimenten • Kritische Aspekte des Hyperschallfluges • Postfluganalyse
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studenten erwerben Wissen auf dem Gebiet der Raumtransporttechnologien Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Strömungsmechanik I, II • Thermodynamik • Gasdynamik
Literatur	Vorlesungsunterlagen • Hypersonic and High Temperature Gas Dynamics, J.D. Anderson

	• Selected Aerothermodynamics Design Problems of Hypersonic Flight Vehicles, E.H. Hirschel, C. Weiland
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Oral Exam Aerothermal Design of Space Transportation Systems (401441801)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture/Exercise Aerothermal Design of Space Transportation Systems	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Automated and Connected Driving Challenges - Course (Wahlpflichtfach)
Kennung	4025905
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Dieses Modul führt Studierende an aktuelle wissenschaftlichen Herausforderungen im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens heran. Zu diesen Herausforderungen kann im Modul "Automated and Connected Driving Challenges - Research Project" anschließend eine eigenständige Forschungsarbeit erstellt werden. Dies ist allerdings nicht verpflichtend. Im vorliegenden Modul werden theoretische und praktische Grundlagen geschaffen, die Studierende befähigen, eigene Forschung im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens durchzuführen. Die vorgestellten wissenschaftlichen Herausforderungen werden größtenteils auch in aktuellen nationalen und internationalen Projekten behandelt. Studierende erhalten damit die Chance, aktuelle Forschungsinhalte kennenzulernen, zu diesen beizutragen und ein wissenschaftliches Paper zu veröffentlichen. Studierende erwerben in diesem Modul Fertigkeiten in folgenden Bereichen: • Funktionsentwicklung für automatisierte und vernetzte Fahrzeuge, • Programmieren in Python und C++, • Entwicklung von Softwaremodulen für das Robot Operating System, • Künstliche Intelligenz, Deep Learning, Neuronale Netzwerke, • Sensordatenverarbeitung (Kamera, Lidar, ...), • Umfeldmodellierung (Datenfilter, Datenfusion, Objekttracking), • Verhaltensplanung (Routenplanung, Manöverplanung, Trajektorienplanung), • kooperatives und vernetztes Fahren.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Studierende können • aktuelle wissenschaftliche Herausforderungen im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens benennen und erklären. • die wichtigsten Funktionen automatisierter und vernetzter Fahrzeuge benennen und erklären. • erklären, wie verschiedene Softwaremodule in automatisierten und vernetzten Fahrzeugen interagieren. • die Rolle von KI Technologie in automatisierten und vernetzten Fahrzeugen erklären. • grundlegende Funktionsweisen des Robot Operating System benennen und erklären. Fertigkeiten und Kompetenzen: Studierende • sind dazu in der Lage, zu aktuellen wissenschaftlichen Herausforderungen im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens beizutragen. • können Funktionen für das automatisierte und vernetzte Fahren in C++ und Python programmieren. • können ihre entwickelten Funktionen in das Robot Operating System integrieren. • können neuronale Netzwerke trainieren, z.B. mit Tensorflow. • sind dazu in der Lage, die von ihnen entwickelten Funktionen zu evaluieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlegende Programmiererfahrung (Python, C++) • Grundlegende Erfahrung mit Linux,

	Das Modul "Automotive Engineering IV - Automated Driving" kann hilfreich beim Verständnis der Inhalte dieses Moduls sein.
Literatur	Deep Learning - I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow - A. Géron
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The course grade results 100% from the exam grade.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Automated and Connected Driving Challenges - Course (402590501)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Automated and Connected Driving Challenges - Course	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Informatik im Maschinenbau (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010974
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Die Lehrveranstaltung Informatik im Maschinenbau vermittelt wesentliche Grundlagen der Informatik mit besonderem Augenmerk auf Fähigkeiten, die für die Lösung von Problemen in den Ingenieurswissenschaften relevant sind. Thematischer Schwerpunkt der Veranstaltung liegt auf dem Erlernen der Grundlagen des Programmierens und der modernen Programmiersprache Python. Ferner werden Einblicke in wesentliche Bereiche der Informatik wie Software Engineering, Algorithmen und Datenstrukturen, und Künstliche Intelligenz (KI) gegeben. Die Vorlesung wird begleitet durch Übungen, sowie Programmierprojekte. Die Themen der Lehrveranstaltung umfassen insbesondere: - Grundlagen der Programmierung (Python) - Objektorientierte Programmierung (Python) - Rechnerarchitektur - Techniken des Software Engineering - Algorithmen und Datenstrukturen - Einführung in Data Science und Künstliche Intelligenz
Lernziele/Lernergebnisse	Nach Besuch dieser Lehrveranstaltung kennen die Studierende die Konzepte der prozeduralen und objektorientierten Programmierung sowie des Software Engineering. Sie können eigenständig und im Team aus einer komplexen Problemstellung eine prozedurale oder objektorientierte Programmstruktur erstellen. Des Weiteren kennen die Studierenden wichtige Algorithmen und Datenstrukturen. Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte hinter den Begrif-fen Data Science und Künstlicher Intelligenz. Das erlangte theoretische Wissen können die Studierenden in der Programmiersprache Python praktisch umsetzen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundlagen der Mathematik, z.B. Mathematik 1
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Sebastian Trimpe

ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Informatik im Maschinenbau (401097401)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Informatik im Maschinenbau	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Vorlesung Informatik im Maschinenbau	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Gasdynamik realer Gase II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4026525
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Eingefrorene Strömung, Thermische Zustandsgleichung, Spezialfälle 2. Vibrations- und chemische Reaktionsgeschwindigkeiten, Nichtgleichgewichtseffekte Vibrationsgeschwindigkeitsgleichung 3. Entropieproduktion durch Vibrations-Nichtgleichgewicht, Berechnungsmodel 4. Chemische Reaktionsgeschwindigkeitsgleichungen, Allgemeine Betrachtung Dissoziationsreaktion, Annahmen, Arrhenius-Gleichung 5. Bei Stößen involvierte Energie, Aktivierungsenergie, Stoßfrequenz 6. Reaktionsgeschwindigkeitsgleichung ftlr Dissoziations-Rekombinations-reaktionen Hin- und Rückreaktionskonstanten 7. Geschwindigkeit chemischer Reaktionen für komplexe Gemische 8. Hochtemperaturluft, Bedeutende Elementarreaktionen, Reaktionskonstanten 9. Symmetrisches, zweiatomiges Gas, Ideal dissoziierendes Gas Geschwindigkeitsgleichung 10. Generalisierte Reaktionsgewschwindigkeitsgleichungen 11. Lokale Relaxationszeit, Kleine Abweichung vom Gleichgewicht 12. Strömung mit Vibrations- oder chemischen Nichtgleichgewicht
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studierenden erkennen und verstehen die wichtigsten Fragestellungen der Hochtemperatur-Gasdynamik. • Sie erlernen die wichtigsten Theorien des physikalischen und chemischen Nichtgleichgewichts gasdynamischer Prozesse. • Sie verstehen die Grundlagen der vibrationalen Anregung und Relaxation. Fertigkeiten und Kompetenzen: • Die Studierenden sind in der Lage, Fragestellungen der Hochtemperatur-Gasdynamik selbstständig und systematisch zu analysieren und zu lösen. • Sie sind fähig, Aufgabenstellungen des physikalischen und chemischen Nichtgleichgewichts zu verstehen und passende Lösungsmethoden auszuwählen und anzuwenden. • Die Studierenden beherrschen die Grundlagen zur Berechnung von nichtgleichgewichts Prozessen in realen Gasen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Teilnahme an Vorlesung Gasdynamik realer Gase 1 Gasdynamik
Literatur	Vorlesungsumdruck Gasdynamik realer Gase
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	-

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alexander Heufer
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Gasdynamik realer Gase II (402652501)	2. Semester	1. Semester	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Gasdynamik realer Gase II	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Gasdynamik realer Gase II	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Automated and Connected Driving Challenges - Research Project (Wahlpflichtfach)
Kennung	4025906
Version	-
Dauer (Semester)	Dreisemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	In diesem Modul führen Studierende ein Forschungsprojekt durch, welches zu einer der wissenschaftlichen Herausforderungen im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens beiträgt. Diese Herausforderungen werden im Modul "Automated and Connected Driving Challenges - Course" vorgestellt. Letzteres sollte vor diesem Modul absolviert werden, falls Studierende nicht bereits durch Erwerb entsprechender Kenntnisse an anderer Stelle hinreichend dazu in der Lage sind, zu einer der wissenschaftlichen Herausforderungen beizutragen. Studierende nutzen Wissen und Kompetenzen aus dem genannten Modul, um hier eigene Forschung durchzuführen. Dabei werden sie vom Kursteam unterstützt. Die wissenschaftlichen Herausforderungen werden größtenteils auch in aktuellen nationalen und internationalen Projekten behandelt. Studierende erhalten damit die Chance, zu aktueller Forschung beizutragen und ein Paper zu veröffentlichen. Studierende vertiefen ihre Kenntnisse in mehreren der folgenden Aspekte: • Funktionsentwicklung für automatisierte und vernetzte Fahrzeuge, • Programmieren in Python und C++, • Entwicklung von Softwaremodulen für das Robot Operating System, • Künstliche Intelligenz, Deep Learning, Neuronale Netzwerke, • Sensordatenverarbeitung (Kamera, Lidar, ...), • Umfeldmodellierung (Datenfilter, Datenfusion, Objekttracking), • Verhaltensplanung (Routenplanung, Manöverplanung, Trajektorienplanung), • kooperatives und vernetztes Fahren. Das Forschungsprojekt kann auch von einer Gruppe von Studierenden durchgeführt werden. Am Ende des Moduls reichen die Studierenden ein kurzes Paper sowie ihren entwickelten Source Code ein und stellen ihr Forschungsprojekt in einer Präsentation dar. Das Forschungsprojekt kann gut als Möglichkeit genutzt werden, sich auf eine Masterarbeit vorzubereiten.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Studiernde können • aktuelle wissenschaftliche Herausforderungen im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens benennen und erklären. • eine dieser wissenschaftlichen Herausforderungen, welche sie in Ihrem Forschungsprojekt aufgreifen, auch im Detail erklären. • mit ihrem Forschungsprojekt zusammenhängende wissenschaftliche Literatur benennen und Forschungsansätze daraus erklären. • den Ansatz erklären, welchen Sie zur Bewältigung der wissenschaftlichen Herausforderung in ihrem Forschungsprojekt gewählt haben. Fertigkeiten und Kompetenzen: Studierende • sind dazu in der Lage, zu aktuellen wissenschaftlichen Herausforderungen im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens beizutragen. • können Funktionen für das automatisierte und vernetzte Fahren in C++ und Python programmieren. • können ihre entwickelten Funktionen in das Robot Operating System integrieren. • können neuronale Netzwerke trainieren, z.B. mit Tensorflow. • sind dazu in der Lage, die von ihnen entwickelten Funktionen zu evaluieren. • sind dazu in der Lage, zu einer der wissenschaftlichen Herausforderungen mittels eines Forschungsprojekt (in einer Gruppe) beizutragen. • sind dazu in der Lage, ihre Forschungsarbeit in einem Paper zu beschreiben. • sind dazu in der Lage, ihre Forschungsarbeit in einer Präsentation darzustellen.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Das Modul "Automated and Connected Driving Challenges - Course" sollte vor diesem absolviert werden. • Programmiererfahrung (Python, C++) • Erfahrung mit Linux • Erfahrung mit dem Robot Operating System
Literatur	Deep Learning - I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow - A. Géron
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The grade of the research project is the grade of the presentation (composed of 7/10 short paper + code (homework) and 3/10 oral presentation)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Automated and Connected Driving Challenges - Research Project (402590601)	2. Semester	1. Semester	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Automated and Connected Driving Challenges - Research Project	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Nonlinear Structural Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012290
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Introduction and motivation: • Brief review of FE discretisation (solid vs. shell elements) • Brief review of linear statics and dynamics of structures • Structural nonlinearity: stress stiffening/softening, buckling, effect on nonlinear vibrations • Review of classical kinematical hypotheses (Bernoulli / Kirchhoff-Love), shortcomings, necessity of refined hypotheses • Index notation, Einstein summation convention • Kronecker symbol and associated rules • Scalar and vector product, matrix multiplication in index notation • Convected coordinates, parameter lines for a 3-D body • Co- and contravariant base vectors • Examples: cylindrical and spherical geometry • Co- and contravaiant metric tensor components • Co- and contravariant vector and tensor components • Vector product of base vectors, permutation tensor, metric tensor determinant • Surface parameter lines • Co- and contravariant surface base vectors, normal vector • Surface metric and permutation tensor • Equations of Gauss and Weingarten • Christoffel symbols • Curvature tensor of a surface • Geometrical considerations (length, area and volume elements) in the shell space, at the reference surface, at the bounding surfaces, and at the lateral boundary • Deformed configuration • Base vectors of the deformed configuration • Covariant derivative • Shifter tensor, mean and Gaussian curvature • Principle of virtual displacements • Internal and external virtual work • Definition of stresses and strains • Strain tensor for von Kármán-type nonlinearity • Strain-displacement relations for tangential, transverse shear and transverse normal strains • First-order shear deformation hypothesis • Interpretation of the kinematical variables, rotations at the reference surface • Outlook: Refined hypotheses • Nonlinear strain-displacement relations for first-order shear deformation (Reissner-Mindlin) plate and shell theory • Transition to Kirchhoff-Love plate and shell theory / Bernoulli beam theory • Internal virtual work • Internal stress resultants • Theorem of Gauss • External virtual work (surface tractions, body forces, inertia forces) • Surface load couples, boundary load couples • Body couples, inertia couples • Nonlinear equilibrium equations • Static boundary conditions
Lernziele/Lernergebnisse	In this course, students shall acquire the following:

	Knowledge / Understanding: Students • shall know the important steps and features of consistent modeling of 2-D and 1-D structures for linear and nonlinear static and dynamic analysis. • shall be able to understand structural theories (e.g. in commercial FE-codes, in scientific publications etc.), to classify them, and to estimate the consequences of underlying hypotheses for the quality of obtainable simulation results. Abilities / Skills: Students • shall be able to analyse static and dynamic simulation results with respect to the quality of the adopted structural model. • are expected to transfer theoretical models to actual engineering problems of statically or dynamically loaded beam, plate and shell structures (e.g. arbitrary geometries, arbitrary boundary conditions, arbitrary material and ply lay-up). Competencies: Students • shall be able to critically assess the applicability, consistency and correctness of structural models. • shall be able to use their obtained knowledge in order to
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	recommended: • Basic knowledge in mechanics (statics, strength of materials, dynamics)
Literatur	• Lecture Notes • A. H. Nayfeh, P. F. Pai: Linear and Nonlinear Structural Mechanics, Wiley-Interscience, 2004
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Prof. Dr.-Ing. Marcus Stoffel
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Nonlinear Structural Mechanics (401229001)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Nonlinear Structural Mechanics	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Nonlinear Structural Mechanics	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Numerical Methods in Mechanical Engineering (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011449
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The content of the course is to provide a map to follow the long and winding road from intuitional perception to the mathematical formulation of engineering problems. The content is summarized as follows: • Selected assumptions and mathematical tools to formulate problems • An overview of several solution methods: analytical solutions, approximate solutions, direct approximation, approximate solution after transformation of the problem • An overview of selected types of physical problems: discrete systems, continuous systems, equilibrium problems, eigenvalue problems, propagation problems • Integral formulations • Weak formulation of problems • The Method of Weighted Residuals • Introduction to variational calculus • Functionals • Functionals associated with an integral form • The stationarity principle • Stationarity conditions • Examples from mechanics • The method of Lagrange multipliers • Mixed and complementary formulations • Catalogue of functionals used in continuum mechanics and their specific features • Discretisation of integral forms • Collocation by points • Collocation by subdomains • Galerkin’s method Least Squares Method Examples • Ritz' method • Examples • Numerical integration • Newton-Cotes method • Gauss method Examples: • The Finite Element Method, Shape functions, construction of finite elements • Matrix representation in the FEM, Stiffness matrix, Boundary conditions • Examples from structural engineering, Software packages in engineering
Lernziele/Lernergebnisse	Overall goal: The students will gain theoretical background of numerical methods commonly used in mechanical engineering. In particular, the physical formulations are discussed based on which the corresponding mathematical formulations for large-scale numerical methods are presented. In this course, students shall acquire the following:

Knowledge / Understanding
The students will understand

- the theoretical foundations of current numerical methods in engineering
- the bridge between the physical formulation of a problem and the mathematical description suited to implement numerical approximation methods
- the steps and transformations required to implement numerical methods

Abilities / Skills
The students are able to

- apply approximation techniques and analyse the results obtained by various numerical methods
- use their acquired knowledge to develop state-of-the-art approximation methods
- critically judge the consistency and correctness of numerical methods
- apply variational methods to obtain formulations of a problem of differential equations
- construct basis functions compatible with the boundary conditions
- construct and apply a variety of approximation methods based on the WRM (collocation by points, collocation by subdomains, Galerkin's method, least squares method, Ritz method)
- solve constrained optimization problems by using the Lagrange Multipliers Method
- construct the associated energy potential and to apply the stationary principle for a conservative mechanical problem
- apply basic tools of numerical integration

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-none-
Literatur	• Lecture Notes • Dhatt, G., Touzot, G.: The Finite Element Method Displayed. Wiley, New York, 1984. • Finlayson, B.A.: The Method of Weighted Residuals and Variational Principles. Academic Press, New York, 1972. • Reddy, J.N.: Energy and Variational Methods in Applied Mechanics. Wiley, New York, 1984. • Lemaitre, J., Chaboche, J.-L.: Mechanics of Materials, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1994. • König, J.A.: Shakedown of Elastic-Plastic Structures. Elsevier, Amsterdam, 1987.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written exam or oral exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert Dr. rer. nat. Michael Ban
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Numerical Methods in Mechanical Engineering (401144901)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	7	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Numerical Methods in Mechanical Engineering	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3
Tutorial Numerical Methods in Mechanical Engineering	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Model Order Reduction in Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011493
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Introduction and motivation: Basic structural dynamics problems, necessity of model order reduction 2. Review of finite element analysis: basic equations, weak formulation and implementation with examples 3. Review of solution methods: especially numeric time integration schemes for structural dynamics problems and implementation with examples 4. Model order reduction for linear problems: e.g. static condensation, modal truncation,... and implementation with examples 5. Review of nonlinear problems in structrural dynamics: e.g. materially-nonlinear systems, problem formulation, numeric time integration, computational expensive implementations with examples 6. Model order reduction for nonlinear problems: e.g. modal truncation for slightly nonlinear systems, proper orthogonal decomposition 7. Implementation of model order reduction for nonlinear problems: focus on numeric time integration in the nonlinear reduced subspace 8. Introduction of unconventional methods in numerical mechanics: computational intelligence and machine learning, introduction of Google tensorflow 9. Computational intelligence as a learning dynamic system: learning process of hysteretic behaviour and implementation with examples 10. Presesntation of selected state of the art literature, e.g. published papers within the last few years (also prublications within the institute)
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge / Understanding: Overall goal: After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes: They will 1. understand the numerical problems in structural dynamics both linear as well as nonlinear computations, especially, in the case of high dimensionality (motivation) 2. understand the implementation of finite element codes for linear and nonlinear problems and be able to apply the inhouse tool of the institute as well as the generation of small extensions 3. understand and implement numeric time integration schemes for linear and nonlinear systems and see the necessity of model order reduction techniques 4. understand different methods and strategies for model order reduction in structural dynamics 5. implement model order reduction strategies, especially in connection with numeric time integration and compare responses in the reduced subspace with those of the physical space 6. understand some important state of the art problems in nonlinear model order reduction presented in the relevant journals 7. understand unconventional model order reduction methods based on machine learnning in linear and nonlinear structural mechanics Abilities / Skills Students are able to 1. implement algorithms for numeric time integration schemes in linear and nonlinear finite element analysis 2. select the right integration scheme and see the benefit of model order reduction strategies 3. implement algorithms for numeric time integrations schemes in reduced subspaces both for linear as well as nonlinear systems 4. select appropriate machine learning algorithms for the selected linear or nonlinear dynamic problems.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	required: none recommended: It is advantageous to be familiar with the foundations of the finite element method as well as numeric integration schemes
Literatur	recommended: Qu.; Z.Q.; Model Order Reduction Techniques with Applications in Finite Element Analysis, Springer Verlag 2004. Clough, R.W., Penzien J.; Dynamics of Structures. Mcgraw Hill Book Co 1996. Bathe, K.J.; Finite Element Procedures, Prentice Hall, 1996,
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	A written or oral exam (depending on the number of students)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Model Order Reduction in Mechanics (401149301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Model Order Reduction in Mechanics	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Exercise Model Order Reduction in Mechanics	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Sensortechnik und Signalverarbeitung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012440
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Elektrische Grundschaltungen • Sensoren als Systemkomponenten • Signaltransformationen • Digitale Signalverarbeitung • Signalfilterung • Signalübertragung • Korrelationstechnik • Nichtlineare Systeme • Elektromagnetische Sensoren • Kapazitive und Piezoelektrische Sensoren • Thermoelektrische Sensoren • Optische Signalübertragung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Vorlesung bietet einen tiefen Einblick in die Themen Sensorik und Datenübertragung bzw. Verarbeitung. • Der Studierende kennt die physikalischen und technischen Funktionsprinzipien wichtiger Sensortypen. • Der Studierende kann grundlegende Verfahren zur Auswertung, Interpretation und kritischen Hinterfragung von Messergebnissen anwenden. • Der Studierende kennt zudem die Verfahren zur Übertragung, Analyse und technischen Weiterverarbeitung der Messsignale. Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Modul Messtechnik
Literatur	• J.-R. Ohm, H.-D. Lüke: Signalübertragung - Grundlagen der digitalen und analogen Nachrichtenübertragungssysteme, Springer (2010) • Elektrische Messtechnik: Analoge, digitale und computergestützte Verfahren, Springer (2007) • J. Niebuhr: Physikalische Messtechnik mit Sensoren, 6., aktual. Aufl.,München, Oldenbourg Industrieverl. (2011) • Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Sensortechnik und Datenverarbeitung (401244001)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Sensortechnik und Datenverarbeitung	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Sensortechnik und Datenverarbeitung	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Computational Multiphysics (Wahlpflichtfach)
Kennung	5226454
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Introduction to coupled problems 2. General physical and mathematical foundations 3. Generalized kinematic and kinetic quantities 4. Mass balance: Transport and diffusion 5. Momentum balance: Equilibrium and motion 6. Energy balance: Heat and energy transfer 7. Dissipation inequality for coupled problems 8. Weak form description of coupled problems 9. Finite element discretization 10. Example: Thermo-mechanics 11. Example: Chemo-mechanics 12. Example: Electro-mechanics ;
Lernziele/Lernergebnisse	During the course students will learn about coupled problems involving different physical fields and study various example cases that are relevant to science and engineering. After successfully completing this course, the student will have achiieved the following learning goals: Knowledge / Understanding: a) Students can identify the different physical ingredients of coupled problems b) Students understand how coupled model formulations are derived from general principles c) Students know how computational methods for coupled problems can be constructed Abilities / Skills: a) Students are able to develop new constitutive models for coupled problems b) Students are able to derive and implement finite element methods for coupled methods c) Students are able to assess the accuracy and efficiency of numerical formulations of coupled problems
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	none
Literatur	1. Lecture Notes, Presentation Slides, Exercises

	2. S. Bulent Biner, Programming Phase Field Modeling, Springer, 2017. 3. DAMASK – The Du#sseldorf Advanced Material Simulation Kit for modeling multi-physics crystal plasticity, thermal, and damage phenomena from the single crystal up to the component scale, Computational Materials Science 158, 420-478, 2019.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Oral exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	-
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Computational Multiphysics (522645401)	3. Semester	4. Semester	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Computational Multiphysics	3. Semester	4. Semester	-	3
Exercise Computational Multiphysics	3. Semester	4. Semester	-	2

Modultitel	In Situ Spectroscopy for Process Control (Wahlpflichtfach)
Kennung	1525699
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Grundlagen der Spektroskopie-Arten UV, Vis, MIR, NIR, ATRMIR, Raman, NMR; ex-situ/in-situ/ operando; Vorstellung verfügbarer Geräte; Beispiele aus der Produktion; Probleme und Lösungsansätze; regelungstechnische Grundlagen ;
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden können bei Fragestellungen aus der chemischen Produktion fundierte Vorschläge zur Implementierung spektroskopischer Methoden machen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Referat benotet
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisation: Modulangebotsverantwortung Chemie Modulverantwortung: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Marcel Liauw
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung In Situ Spectroscopy for Process Control (152569901)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
In Situ Spectroscopy for Process Control	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Hardware-in-the-Loop Labor für mobile Antriebe (Wahlpflichtfach)
Kennung	4027315
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Infolge immer strengerer Emissionsgesetzgebungen nimmt die Elektrifizierung und Hybridisierung von Fahrzeugantrieben und somit der Entwicklungsaufwand laufend zu. Die Virtualisierung und Digitalisierung stellt eine Möglichkeit dar, dem gesteigerten Entwicklungsaufwand bei gleichzeitiger Forderung nach kurzen Entwicklungszeiten und geringen Entwicklungskosten zu begegnen. Bei diesem Ansatz werden Tests, welche konventionell an Prototypenfahrzeugen durchgeführt werden, mithilfe von Prüfständen in frühere Entwicklungsphasen vorverlagert. Eine Möglichkeit ist die Durchführung von Hardware-in-the-Loop (HiL)-Tests, bei denen reale Komponenten in eine Echtzeitsimulation des modellierten Gesamtfahrzeugs in einer virtualisierten Umgebung eingebunden und flexibel getestet werden. Zu Beginn dieses Moduls werden den Studierenden die notwendigen Grundlagen zum Verständnis von HiL-Methoden näher gebracht. Es wird ein Überblick über HiL-Systeme, elektrotechnische Grundlagen, automotive Bussysteme und Echtzeitmodellierung gegeben. Des Weiteren erhalten die Studierenden Einblicke in den Aufbau und die Funktionsweise elektrischer Antriebsstränge. Der Fokus liegt dabei auf dem Erlernen methodischer Kompetenzen im Bereich des HiL-Testings an exemplarischen HiL-Prüfständen für ein Batteriemanagementsystem (BMS) und einer elektrischen Traktionsmaschine. Im weiteren Verlauf dieser Lehrveranstaltung werden die erlernten methodischen Kompetenzen in Kleingruppenübungen an Hil-Prüfständen demonstriert. In einem ersten Schritt werden die elektrotechnischen Grundlagen im Rahmen praktischer Übungen am HiL-Simulator erarbeitet. Die automotiv relevanten Sensor- und Signalarten sowie Ein- und Ausgange werden den Studierenden vermittelt. Aufbauend auf diesem Wissen wird der HiL-Aufbau durch die Studierenden selbstständig um die Signalleitungen ergänzt. Die zur Simulation notwendigen Echtzeitmodelle werden von den Studierenden erweitert und die Ein-/ Ausgangsschnittstellen (I/Os) der Hardware mit dem Simulator verknüpft. Eine Restbus-Simulation eines CAN-Netzwerkes wird von den Studierenden durchgeführt und analysiert. Des Weiteren werden den Studierenden die Funktionalitäten von BMS mittels eines BMS HiL-Simulators nähergebracht. Die Regelung einer permanenterregten Synchronmaschine wird über einen HiL-Simulator für das entsprechende Steuergerät implementiert und appliziert. Mittels eines HiL-Simulators für ein Steuergerät und Aktoren sowie Sensoren eines Verbrennungsmotors eignen sich die Studierenden Fertigkeiten zur Fehleridentifikation und erweiterte Messtechniken in einer Closed-Loop Regelung an.
Lernziele/Lernergebnisse	<u>Wissen und Verstehen:</u> Die Studierenden erlangen Kenntnisse in: • Hardware-in-the-Loop (HiL)-Methoden, wie den Aufbau von HiL-Setups, der Entwicklung von echtzeitfähigen Simulationsumgebungen und Durchführung sowie Analyse von HiL-Tests • der Einordnung von HiL-Methoden in die automotive SW-Entwicklung (V-Modell) und die Antriebsentwicklung (Steuergerätekalibrierung) • Anwendungsfelder von HiL-Methoden im automobilen Kontext • Echtzeitmodellierung und -simulation in HiL-Anwendungen • Elektrotechnik-Grundlagen und Sensor- und Signaltheorie für HiL-Prüfstände • praktischen Implementierung und Umsetzung der Testfälle am HiL • der in der Industrie etablierten Toolkette für HiL-Aufbau und -Anwendungen • automobilen Bussystemen und ihrer Funktionsweise im Regelungsverbund • automobil relevanten Inputs und Outputs (1/0) bei Steuergeräten sowie deren Simulation

- Aufbau und Funktionsweise elektrischer Antriebsstränge
- Batteriemodulen, Batteriemanagementsystemen (BMS) und BMS Funktionalitäten
- Regelung permanenterregter Synchronmaschinen
- Grundlagen der echtzeitfähigen Modellierung elektrischer Antriebsstrangkomponenten mittels Field Programmable Gate Array (FPGA) Programmierung

Fertigkeiten und Kompetenzen:

Die Studierenden erlangen folgende Fertigkeiten und Kompetenzen:

- Umgang mit HiL-Werkzeugen zum Aufbau eines HiL-Profstandes mit realen Steuergeräten
- Analyse und Bewertung von Ergebnissen aus Hil (Simulationsergebnisse mit 1/0-, Strecken- und Regelungsmodellen)
- Einordnung des HiL-Aufbaus und -Anwendungen im automobilen SW-Entwicklungsprozess
- Umgang mit HiL-Werkzeugen zur Analyse und Bewertung von Testfällen realer Hardwarekomponenten und SW
- Verständnis der gesamten HiL-Architektur (Systemverständnis)
- Bearbeitung und Verständnis von Hardware-Plänen zur Verkabelung und Aufbau von HiL-Setups
- Bearbeitung und Verständnis von echtzeitfähigen Simulationsmodellen in MATLAB/Simulink
- Verständnis der Codegenerierung und Kompilierung sowie der Erzeugung von echtzeitfähigen Simulationsmodellen aus MATl.AB/Simulink
- Umgang mit komplexen Systemaufbauarten von HiL für konventionelle und elektrifizierte Antriebe moderner Fahrzeuge
- Praktischer Umgang mit einer industriell etablierten Toolkette
- Systemverständnis automobiler Steuergeräte und Umgang mit Bus-Kommunikation
- Praktisches Verständnis von Elektrotechnik Grundlagen, Echtzeitsimulation, 1/0-Schnittstellen und Sensor- und Signaltheorie durch Testen mit realer Hardware in sicherer Umgebung
- Systemverständnis der komplexen Interaktionen in geschlossenen Regelkreisen von HiL
- Erweiterung und Kalibrierung eines Reglers für permanenterregte Synchronmaschinen

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)

-

(empfohlene) Voraussetzungen

Empfohlene Voraussetzungen:

- Software am Verbrennungsmotor
- Elektronik am Verbrennungsmotor
- Alternative und Elektrifizierte Fahrzeugantriebe
- Elektrische Antriebe und Speicher
- Grundlagen mobiler Antriebe
- Rapid Control Prototyping
- Simulationstechnik im Maschinenbau

Literatur

Powerpoint-Folien zur Übung

Empfohlene weiterführende Literatur:

Automotive Software Engineering. Schäuffele, Zurawka.

Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik. Pischinger, Seiffert.

Mess- und Prüfstandstechnik. Antriebsstrangentwicklung, Hybridisierung, Elektrifizierung. Paulweber, Lebert.

Rapid Control Prototyping: Methoden und Anwendungen. Abel, Bollig.

Vorlesungsinhalte Software am Verbrennungsmotor &; Elektrische Antriebe und Speicher

Sprache

Deutsch

Prüfungsbedingungen

Eine mündliche oder eine schriftliche Prüfung, je nach Anzahl der Teilnehmenden. Zulassung zur Prüfung nur nach 75% Anwesenheit bei den Laborübungen. Endnote ergibt sich zu 100% aus der Prüfung.

Sonstiges

-

Modulverantwortung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jakob Andert

ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Hardware-in-the-Loop Labor für mobile Antriebe (402731501)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Hardware-in-the-Loop Labor für mobile Antriebe	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Labor Hardware-in-the-Loop Labor für mobile Antriebe	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Serienentwicklung von Triebsträngen für ‚On-Road' Nutzfahrzeuge (Wahlpflichtfach)
Kennung	4025565
Version	V1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Dieses Modul vermittelt den Studierenden einen Einblick in die Serienentwicklung von Nutzfahrzeugtriebsträngen. Diese Triebstränge umfassen das Hauptgetriebe, das Achsgetriebe, komplette Achsen mit Radnaben sowie verbindende Komponenten wie Doppelgelenkwellen. Zum Einstieg in dieses Modul werden die aktuell zum Einsatz kommenden Triebstränge vorgestellt. Diese Triebstränge können rein verbrennungsmotorisch, rein elektromotorisch oder auch kombiniert angetrieben sein. Konkrete Anwendungsfälle, wie Stadtbusse und Muldenkipper, verdeutlichen Vor- und Nachteile einzelner Triebstrangkonzepte. Um dem aus technischen Gründen, z.B. elektromagnetischer Verträglichkeit, und vor allem betriebswirtschaftlichen Gründen kontinuierlich steigenden Integrationsgrad von Nutzfahrzeuggetrieben mit beispielsweise integrierter Elektromaschine Rechnung zu tragen, bilden auch Grundlagen von Elektromaschinen Lehrinhalt. Dies gilt für Triebstränge mit Niedervoltantrieb und Hochvoltantrieb sowie mit oder ohne Antrieb von Nebenaggregaten. Im Anschluss werden unterschiedliche Aktoren zur Betätigung von Nutzfahrzeuggetrieben vorgestellt. Hinsichtlich des Hauptleistungsflusses sind aktuelle Nutzfahrzeugtriebstränge weitgehend optimiert. Die Weiterentwicklung der Aktoren in ihrer Effizienz stellt ein wichtiges Ziel der aktuellen Nutzfahrzeug-Getriebeentwicklung dar, um den Gesamtwirkungsgrad weiter zu steigern. Entsprechende Auslegungsmethoden für bedarfsgerechte Aktoren unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungswerkzeuge für die SW-Funktionsentwicklung und für die Hardware werden vorgestellt. Im Weiteren wird die Erprobung von Nutzfahrzeugtriebsträngen auf Prüfständen vorgestellt. Dies betrifft der „V-Entwicklung" folgend Komponententests bis hin zu Tests auf Triebstrang-Gesamtsystemebene. Die Vorlesung endet mit einem Ausblick auf zukünftige Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte in der Fahrzeuggetriebetechnik sowie mit einer Werksbesichtigung. Während der Vorlesung verdeutlichen Beispiele aus der Praxis die Notwendigkeit der theoretischen Lehrinhalte. Die Anwendung dieser Inhalte erfolgt während der Übung in Form von Berechnungen sowie dem Spezifizieren und Skizzieren von Triebstrangkonzepten und Triebstrang-Teilsystemen. Das Ziel lautet bereits an der RWTH bestehendes Lehrangebot zu ergänzen. Die Lehrveranstaltung beinhaltet daher ausschließlich Nutzfahrzeuganwendungen für den Straßenbetrieb. Beispielsweise Schleppergetriebe für landwirtschaftliche Anwendungen sowie Getriebe für Baufahrzeuge, wie Raupen und Grader, stellen keinen Bestandteil dieser Lehrveranstaltung dar.
Lernziele/Lernergebnisse	<u>Wissen und Verstehen:</u> • Kenntnis des Entwicklungsprozesses für den Triebstrang in der Großserie für Nutzfahrzeuge im Straßenbetrieb • Kenntnis der für eine Serienentwicklung relevanten Auslegungsverfahren für Fahrzeugtriebstränge unter Berücksichtigung moderner Entwicklungswerkzeuge; der Fokus liegt auf der Triebstrang-Konzeptentwicklung inklusive Lastenheftbestimmung • Kenntnis der Funktionsweise und der technischen Umsetzung aktuell relevanter Typen von Nutzfahrzeuggetrieben einschließlich Hybridantriebe (P2 und P4) sowie rein elektromotorische Triebstränge, 1- und 2-E-Maschinenantriebe mit zunehmendem Integrationsgrad von Getriebe, Elektromaschine(n) sowie Leistungselektronik • Kenntnis der konstruktiven Gestaltung von Nutzfahrzeuggetrieben unter Berücksichtigung der Einflüsse und Anforderungen aus der Serienfertigung; um sich von bestehenden

	Lehrveranstaltungen zu unterscheiden, liegt der getriebeseitige Fokus auf mechatronischen Systemen, wie bedarfsgerechte „Power-on-demand" Nutzfahrzeuggetriebeaktoren einschließlich Hardware-Entwicklung und der Software-Funktionsentwicklung • Kenntnis des Produktionsprozesses von Getrieben in der Großserie (Komponentenfertigung, Montage, Inbetriebnahme am End-of-Line Prüfstand) • Wissen über zukünftige Anforderungen und Herausforderungen in der Nutzfahrzeugtriebstrangentwicklung <u>Fertigkelten und Kompetenzen:</u> • Verschiedene Getriebetechnologien für Nutzfahrzeuge hinsichtlich ihrer funktionalen Eigenschaften kennenlernen, analysieren und bewerten • Systemverständnis von verbrennungsmotorischen und elektromotorischen Nutzfahrzeugantriebssträngen mit Fokus auf Getriebe und Anfahrelemente erlangen • Umgang mit komplexen mechatronischen Systemen, Hardware und Software, erfahren; Zusammenspiel von Hardwareentwicklung und Softwarefunktionsentwicklung; Memo: "Software kann in der Serie nicht die Probleme der Hardware lösen." • Übertragungsfähigkeit der Auslegungsmethodik für komplexe Systeme auf andere technische Produkte, z.B. Aktoren für andere Aggregate, erkennen • Prozesse im Rahmen einer Serienentwicklung bis zum Serienanlauf auch fachübergreifend für technische Aggregate generell kennenlernen; Bündeln kommerzieller und technischer Anforderungen mit dem Ziel ein am Markt in allen Disziplinen erfolgreiches Produkt termingerecht zu schaffen • Problemstellungen eigenständig erkennen und formulieren, sowie darauf aufbauend geeignete Lösungswege entwickeln und bewerten • Im Rahmen von Exkursionen das Verständnis für simultane Getriebeentwicklung über mehrere Disziplinen, wie Konstruktion, Versuch und Fertigung gewinnen • Praxiswissen der Dozenten "erfahren" und aus den Fehlern, welche die Dozenten als leitende Ingenieure in ihrer beruflichen Praxis gemacht haben, lernen • Aufgabenstellungen in Kleingruppen diskutieren, was die Kommunikationsfähigkeit verbessert
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Powerpoint-Folien zur Vorlesung und zur Übung Empfohlene weiterführende Literatur: 1. H. Naunheimer, B. Bertsche; Fahrzeuggetriebe - Grundlagen, Auswahl, Auslegung und Konstruktion 2. K. Reif; Antriebsstrang, Getriebe und Getriebesteuerung; Springer Vieweg 3. J. Loomann; Zahnradgetriebe; Springer Verlag 4. H. Tschöke; Die Elektrifizierung des Antriebsstrangs; Springer Vieweg 5. M. Hilgers; Getriebe und Antriebsstrangauslegung; Springer Vieweg
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Je nach Teilnehmerzahl ergibt sich die Endnote aus einer schriftlichen Prüfung oder einer mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Serienentwicklung von Triebsträngen für ‚On-Road' Nutzfahrzeuge (402556501)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Serienentwicklung von Triebsträngen für ‚On-Road' Nutzfahrzeuge	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Serienentwicklung von Triebsträngen für ‚On-Road' Nutzfahrzeuge	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Mobile Arbeitsmaschinen - Antriebe und Steuerungen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011026
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung mobile Arbeitsmaschinen (Randbedingungen, Herausforderungen, Aufbau) 2. Grundlagen der Hydraulik 3. Energieversorgungssysteme (u.a. Open Center Systeme, Load Sensing Systeme) 4. Hydrostatische Lenkung 5. Fahrantriebe 6. Elektronische Architekturen und ihre Rückwirkungen auf das Energieversorgungssystem 7. Elektronik und Elektrik an mobilen Arbeitsmaschinen (inkl. Sensorik, Datenübertragung, Steuerung)
Lernziele/Lernergebnisse	<u>Wissen und Verstehen:</u> In der Lehrveranstaltung erlernen die Studierenden die Anforderungen und Herausforderungen von mobilen Arbeitsmaschinen (u.a. Bagger, Radlader). Zur Bewältigung der großen Lasten bei gleichzeitig sehr guter Steuerbarkeit und Robustheit werden hydraulische Aktuatoren eingesetzt. Die Studierenden erlernen die Grundlagen der hydraulischen Antriebstechnik für mobile Arbeitsmaschinen und setzen sich im Detail mit den entsprechenden Energieversorgungssystemen (u.a. Load Sensing und Open Center Systemen), sowie hydraulischen Lenkungen und Fahrantrieben auseinander. Sie lernen die verschiedenen klassischen Systeme zu differenzieren und auf Basis der jeweiligen Randbedingungen auszuwählen. Neben einem vertieften Verständnis für die klassischen Systeme und Systemarchitekturen, liegt der Schwerpunkt der Veranstaltung auf der Vermittlung der sich verändernden Anforderungen an moderne mobile Arbeitsmaschinen. Hierzu wird Wissen hinsichtlich der Elektrifizierung und der damit einhergehenden veränderten Energieversorgungssysteme vermittelt. Des Weiteren erlernen die Studierenden die Grundlagen der Automatisierung und Steuerungstechnik von mobilen Arbeitsmaschinen. <u>Fertigkeiten und Kompetenzen:</u> Die Studierenden kennen die maßgeblichen Anforderungen bei der Auslegung mobiler Arbeitsmaschinen. Sie sind in der Lage geeignete fluidtechnische Systemarchitekturen für unterschiedliche Anwendungen und Antriebssysteme auszuwählen, zu berechnen, sowie entsprechende hydraulische Schaltpläne zu verstehen. Die Studierenden kennen die relevanten Technologien und deren Anforderungen für den Datenaustausch und die Sensordatenverarbeitung auf modernen mobilen Arbeitsmaschinen. Die Studierenden kennen die Herausforderungen und Lösungsansätze für die Elektrifizierung von mobilen Arbeitsmaschinen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	• Grundlagen der Fluidtechnik • Maschinengestaltung 2/3
Literatur	• Grundlagen der Fluidtechnik - Teil 1: Hydraulik, Shaker Verlage, Aachen • Findeisen, Ölhydraulik, Springer
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessorin Dr.-Ing. Katharina Schmitz
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Mobile Arbeitsmaschinen - Antriebe und Steuerungen (401102601)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mobile Arbeitsmaschinen - Antriebe und Steuerungen	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Mobile Arbeitsmaschinen - Antriebe und Steuerungen	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Fundamentals of Machine Learning (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011600
Version	V4
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The class "Computer Science in Mechanical Engineering II: Data Science and Machine Learning" covers state-of-the-art data science methods from computer science and their application in mechanical engineering. It introduces the core basics in probability theory, develops main principles and methods from machine learning, and provides an introduction to its modern tools. The class combines both profound understanding of basic concepts and theory in data science, as well as hand-on programming techniques applied on problems in the context of engineering. Class outline: 1. Probability theory 2. Linear models for regression 3. Linear models for classification 4. Neural networks and deep learning 5. Gaussian processes 6. Introduction to reinforcement learning
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and Understanding • The students know the fundamentals in probability theory and can apply them in advanced methods and problems • The students have an overview and understanding of core methods and tools in machine learning (regression, classification, reinforcement learning) • They have an in-depth understanding of core principles, problems, and techniques in data science and machine learning • They develop an understanding for what problems and purposes data science methods can be applied in mechanical engineering Abilities and Competencies: • The students acquire knowledge about methods and implementation of state-of-the-art machine learning (e.g., neural networks, Gaussian process regression) • They have the ability to apply the acquired knowledge to problems in the context of mechanical engineering by using appropriate methods and programming tools
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Will be announced in class. Recommended further literature: Bishop, Christopher M., Pattern recognition and machine learning. Springer, 2006. Sutton, Richard S., and Andrew G. Barto, Reinforcement learning: An introduction (second edition). MIT press, 2018.

	Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, Deep learning. MIT press, 2016. Carl Edward Rasmussen and Christopher K. I. Williams, Gaussian processes for machine learning, MIT press, 2006.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written final exam (100 %)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Johann Sebastian Trimpe
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fundamentals of Machine Learning (401160001)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fundamentals of Machine Learning	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Fundamentals of Machine Learning	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011718
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Moderne Luftfahrtantriebe spielen im weltweiten Personen- und Warenverkehr eine bedeutende Rolle. Flugzeuge sind fester Bestandteil unseres Transportwesens und benötigen für einen profitablen und nachhaltigen Einsatz effiziente, leistungsstarke und mittelfristig klimaneutrale Antriebssysteme. Um diese Anforderungen erfüllen zu können, ist ein tiefes Verständnis der Aero- und Thermodynamik in den unterschiedlichen Luftfahrtantrieben erforderlich. In der Vorlesungsreihe „Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe“ werden aktuelle und zukünftige Technologien vorgestellt, mit denen die Industrie diese Nachhaltigkeitsanforderungen umsetzt. Für eine realitätsnahe Betrachtung der industriellen Herangehensweise werden aktuelle Beispiele aus Forschung und Entwicklung diskutiert. Neben der evolutionären Weiterentwicklung aktueller Technologien werden auch revolutionäre Ansätze behandelt, die letztendlich die Klimaneutralität sicherstellen sollen, gleichzeitig aber auch sehr große neue Herausforderungen mit sich bringen. Neben der Vorstellung dieser Ansätze ist die Bewertung und Erprobung dieser Technologien ebenfalls ein wichtiger Bestandteil der Vorlesung. Neue Technologien müssen genau untersucht und deren Tauglichkeit nachgewiesen werden, um bereits vor dem kommerziellen Einsatz die Schwächen und Einschränkungen dieser Technologien zu kennen. Die dabei nötigen Schritte werden genauso vorgestellt wie die anschließend nötigen Zulassungsaspekte. Dieser Vorlesungsteil („Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I“) stellt den aktuellen Stand der Technik in der Triebwerksentwicklung und die Anforderungen, die an eine nachhaltige Luftfahrt gestellt werden, vor. Darauf aufbauend wird gezeigt, wie die Industrie durch die evolutionäre Weiterentwicklung bestehender Technologien auf die aktuellen Anforderungen reagiert. Der anschließende Vorlesungsteil („Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe II“) stellt neue, revolutionäre Ansätze aus Industrie und Forschung vor, mit denen eine langfristig nachhaltige Luftfahrt erreicht werden soll. Weiterhin werden die wichtigsten Prozesse bei der Entwicklung, Erprobung und Zulassung neuer Technologien präsentiert.
Lernziele/Lernergebnisse	<u>Wissen und Verstehen:</u> Die Studierenden lernen die wesentlichen Herausforderungen bei der Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe sowie die Technologien und Methoden, mit denen die Luftfahrtindustrie darauf reagiert, kennen. Im Fokus stehen dabei die Anforderungen an Nachhaltigkeit, Sicherheit, Klimaschutz, Ressourcenschonung, Wirtschaftlichkeit und industrielle Umsetzbarkeit. <u>Fertigkeiten und Kompetenzen:</u> Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, aktuelle Herausforderungen bei der Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe zu verstehen und die technische und wirtschaftliche Ausrichtung der Industrie einzuordnen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-

(empfohlene) Voraussetzungen	- Grundlagen der Turbomaschinen I - Luftfahrtantriebe I - Auslegung von Turbomaschinen
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche/mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke Honorarprofessor Dr.-Ing. Klaus Steffens
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I (401171801)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012543
Version	V2_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Moderne Luftfahrtantriebe spielen im weltweiten Personen- und Warenverkehr eine bedeutende Rolle. Flugzeuge sind fester Bestandteil unseres Transportwesens und benötigen für einen profitablen und nachhaltigen Einsatz effiziente, leistungsstarke und mittelfristig klimaneutrale Antriebssysteme. Um diese Anforderungen erfüllen zu können, ist ein tiefes Verständnis der Aero- und Thermodynamik in den unterschiedlichen Luftfahrtantrieben erforderlich. In der Vorlesungsreihe „Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe“ werden aktuelle und zukünftige Technologien vorgestellt, mit denen die Industrie diese Nachhaltigkeitsanforderungen umsetzt. Für eine realitätsnahe Betrachtung der industriellen Herangehensweise werden aktuelle Beispiele aus Forschung und Entwicklung diskutiert. Neben der evolutionären Weiterentwicklung aktueller Technologien werden auch revolutionäre Ansätze behandelt, die letztendlich die Klimaneutralität sicherstellen sollen, gleichzeitig aber auch sehr große neue Herausforderungen mit sich bringen. Neben der Vorstellung dieser Ansätze ist die Bewertung und Erprobung dieser Technologien ebenfalls ein wichtiger Bestandteil der Vorlesung. Neue Technologien müssen genau untersucht und deren Tauglichkeit nachgewiesen werden, um bereits vor dem kommerziellen Einsatz die Schwächen und Einschränkungen dieser Technologien zu kennen. Die dabei nötigen Schritte werden genauso vorgestellt wie die anschließend nötigen Zulassungsaspekte. Der vorherige Vorlesungsteil („Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I“) hat den aktuellen Stand der Technik in der Triebwerksentwicklung und die Anforderungen, die an eine nachhaltige Luftfahrt gestellt werden, vorgestellt. Darauf aufbauend wurde gezeigt, wie die Industrie durch die evolutionäre Weiterentwicklung bestehender Technologien auf die aktuellen Anforderungen reagiert. In diesem Vorlesungsteil („Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe II“) werden neue, revolutionäre Ansätze aus Industrie und Forschung vorgestellt, mit denen eine langfristig nachhaltige Luftfahrt erreicht werden soll. Weiterhin werden die wichtigsten Prozesse bei der Entwicklung, Erprobung und Zulassung neuer Technologien präsentiert.
Lernziele/Lernergebnisse	<u>Wissen und Verstehen:</u> Die Studierenden lernen die wesentlichen Herausforderungen bei der Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe sowie die Technologien und Methoden, mit denen die Luftfahrtindustrie darauf reagiert, kennen. Im Fokus stehen dabei die Anforderungen an Nachhaltigkeit, Sicherheit, Klimaschutz, Ressourcenschonung, Wirtschaftlichkeit und industrielle Umsetzbarkeit. <u>Fertigkeiten und Kompetenzen:</u> Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, aktuelle Herausforderungen bei der Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe zu verstehen und die technische und wirtschaftliche Ausrichtung der Industrie einzuordnen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-

(empfohlene) Voraussetzungen	- Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I - Grundlagen der Turbomaschinen I - Luftfahrtantriebe I - Auslegung von Turbomaschinen
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	schriftlich oder mündlich
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke Honorarprofessor Dr.-Ing. Klaus Steffens
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe II (401254301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe II	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Computational Intelligence in Engineering (Wahlpflichtfach)
Kennung	4021493
Version	V1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The elective course “Computational Intelligence in Engineering“ is available for students enrolled in the engineering Master programs of RWTH Aachen University. It provides an overview over recent applications of computational intelligence and deep learning that are relevant to engineering. The first half of the course content is a theoretical introduction into the topic of machine learning in engineering and programming fundamentals in Python. In the second half of the course, the students apply their gained knowledge in project-based learning. The course will be taught interactively, engaging the students using practical example projects. The following topics are covered: • Time-variant dynamic processes from simulations or experiments • Data acquisition and pre-processing • Machine learning algorithms and neural network models • Advanced neural networks architectures • Project-specific engineering problems • Programming fundamentals in Python for data-driven procedures
Lernziele/Lernergebnisse	The course curriculum consists of interactive seminar lectures accompanied by semester project works. During the seminar lectures, the students will receive the necessary theoretical information and supervision to independently plan, advance and complete the projects in small groups. In addition, the seminars offer the opportunity to discuss challenges and problems arising during projects. Finally, the achievements and results obtained within the student projects will be presented by the students in the scope of the seminar lectures and the accompanying computer lab exercises. <u>Knowledge / Understanding</u> The students will understand • current trends in computational intelligence and their theoretical foundation in the context of engineering applications • the advantages of machine learning algorithms in engineering but also the limits of the methods and when better not to use them <u>Abilities / Skills:</u> The students will be able to • apply machine learning methods to a wide variety of engineering Problems • transfer their knowledge to new engineering applications in science and industry via the practical expertise gained • evaluate the merits and limitations of machine learning methods applied to computer aided engineering problems
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Programming experience is advantageous, preferably the language Python.

Literatur	• Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A., 2016. Deep Learning. MIT Press. • Keller, J.M., Liu, D., Fogel, D.B. , 2016. Fundamentals of Computational Intelligence. IEEE Press, Wiley.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written Examination or Oral Examination (100 %)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computational Intelligence in Engineering (402149301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Computational Intelligence in Engineering	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Computational Intelligence in Engineering	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Wärmepumpensystemtechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4023521
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Abschwächung von Klimawirkungen ist eine Hauptaufgabe in den nächsten Jahrzehnten und erfordert die Elektrifizierung von Heiz- und Kühlanwendungen. Die Wärmepumpe ist eine Schlüsseltechnologie im Gebäudesektor, in der Fahrzeugtechnik und in industriellen Anwendungen. Zur nachhaltigen Integration von Wärmepumpen in diese Sektoren müssen die Grundlagen von Kältemitteln, Kältemittelkreisläufen und deren Wechselwirkungen mit gesamten Energiesystemen verstanden werden. Da Wärmepumpensysteme häufig unter variablen Randbedingungen betrieben werden, sind die Auslegung und der Betrieb von Wärmepumpen-basierten Energiesystemen Fokus der Veranstaltung. Im Verlauf der Lehrveranstaltung werden relevante Kältemittel und Kältemittelkreisläufe behandelt und die Erstellung von Prozessmodellen sowie der Abgleich mit experimentellen Daten wird vorgestellt. Zur Bewertung des Kältemittelkreislaufs werden gängige energetische und exergetische Kennzahlen vorgestellt und konventionelle Bewertungsverfahren (Energielabel) dargelegt. Zur Bewertung im Gesamtsystem werden statische und dynamische Verfahren vorgestellt, die sich sowohl zur Bewertung von Zeitpunkten und Zeiträumen eignen. Die Integration ins Gesamtsystem wird anhand von Gebäuden, Fahrzeugen und industriellen Anwendungen durchgeführt. Einfache Prozessmodelle werden mit experimentellen Daten abgeglichen und bewertet.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Wärmepumpensysteme sind der Schlüssel zur nachhaltigen Wärme- und Kälteversorgung in unterschiedlichen Sektoren. Die Studierenden erlernen die thermodynamischen Grundlagen der Wärmepumpensystemtechnik sowie die technische Integration in das Gesamtsystem. Es werden Kennzahlen zur Bewertung mit Bezug auf die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit: Ökonomie, Ökologie und Soziales präsentiert. Hierbei werden alle Systemebenen vom Arbeitsmittel bis zum Gesamtsystem vermittelt. Die Studierenden verstehen den Aufbau von Wärmepumpen-basierten Energiesystemen und können Prozessmodelle zur Beschreibung des Systemverhaltens entwickeln. Im Rahmen der Lehrveranstaltung werden die Methoden der Modellentwicklung und der experimentellen Absicherung von Modellen vermittelt. Die Integration in unterschiedliche Energiesysteme (Gebäude, Fahrzeug, Industrieanlagen) zeigt die Vielseitigkeit der Technologie und gibt einen ersten Einblick in die Auslegung von Energiesystemen. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden verstehen das thermodynamische Verhalten von Kältemitteln in Kältemittelkreisläufen und können es mit gängigen Kennzahlen energetisch und exergetisch bewerten, um Auslegungsentscheidungen treffen zu können. Hierzu können sie Bedarfe auf Energiesystemebene berechnen und in den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit bewerten. Die Studierenden können ebenso den Einfluss des Kältemittelkreislaufs im Gesamtsystem mit geeigneten Modellen bestimmen und damit Potentiale zur Integration in Gesamtsysteme aufzeigen. Die Modelle sollen mit Hilfe von gängigen Experimenten abgesichert werden können. Dazu werden experimentell gewonnene Daten in der Lehrveranstaltung evaluiert und mit Berechnungen abgeglichen. Des Weiteren können Studierende Kältekreisprozesse in unterschiedliche Gesamtsysteme integrieren (Gebäude, Fahrzeuge, Industrieanlagen) und vor dem Hintergrund der optimalen Auslegung die beste Systemkonfiguration für den Anwendungsfall berechnen.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Vorkenntnisse in folgenden Fächern sind hilfreich aber nicht notwendig: Thermodynamik 1/2, Strömungsmechanik 1, Wärme- und Stoffübertragung 1, Simulationstechnik
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	-
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.Ing. Dirk Müller
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Wärmepumpensystemtechnik (402352101)	1. Semester	2. Semester	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Wärmepumpensystemtechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Wärmepumpensystemtechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Elektronik in mobilen Antrieben (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014387
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Elektronische Beeinflussungsmöglichkeiten von Verbrennungsmotoren • Funktionsweise der wichtigsten Sensoren 2 • Funktionsweise der wichtigsten Aktuatoren • Hardwareaufbau von Steuergeräten (ECUs) 3 • Software von Steuergeräten 4 • Software von Steuergeräten 5 • Sicherheit, Diagnose, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) 6 • Bussysteme im Automobil 7 • Kraftfahrzeugelektrik / Hybridtechnologie
Lernziele/Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen haben die Studierenden Kenntnisse und Fähigkeiten in den Themenfel dern, die unter Inhalt beschrieben werden, erworben. Wissen und Verstehen: Somit kennen die Studierenden insbesondere • Möglichkeiten, das Verhalten eines Verbrennungsmotors elektronisch zu beeinflussen • Die Funktionsweise der für diesen Zwecknötigen Sensorik und Aktuatorik • Die wichtigsten Prinzipien der Sicherheits- und Diagnosefunktionalität in einer Motorsteuerung • Grundlegende, im Fahrzeug verwendete, Bustopologien zur steuergeräteübergreifenden Kommunikation Die Studierenden sind dadurch in der Lage, den prinzipiellen Aufbau von Motorsteuergeräten (ECUs) für die Verbrennungsmotorregelung und das Verbrennungsmotormanagement zu beschreiben und die Funktion der einzelnen Komponenten zu erläutern. Zudem können die Studierenden beschreiben, welche Funktionen innerhalb eines Motorsteuergeräts durch Software realisiert werden müssen. Sie können dabei die übergeordnete Softwarestruktur darstellen. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, elektronische Systeme im Kraftfahrzeug im Hinblick auf die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) korrekt zu entwickeln. Zudem können sie die Komponenten von Steuergeräten innerhalb eines Kraftfahrzeugs funktional beurteilen und ihre Bewertung wissenschaftlich fundiert begründen. Sie können verschiedene Hybridtechnologien bezüglich ihrer Topologie und ihrer funktionalen Eigenschaften analysieren und bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen der Verbrennungsmotoren
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur oder eine mündliche Prüfung (in Abhängigkeit der Teilnehmerzahl).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger Professor als Juniorprofessor Dr.-Ing. Jakob Andert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Elektronik in mobilen Antrieben (401438701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Elektronik in mobilen Antrieben	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Elektronik in mobilen Antrieben	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Numerische Methoden der Fluid-Struktur-Interaktion (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011693
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Think of a flag moving in the wind or blood flowing in arteries in order to get an idea off what fluid-structure-interaction (FSI) phenomena are. They are characterized by an interplay between deforming structure and a surrounding fluid. On the one hand, the structure deforms as a result of the load exerted by the flow field. On the other hand, this deformation effects the flow field so that the load on the structure changes. For the modeling and simulation of FSI phenomena, neither the fluid nor the solid can be viewed separately. This lecture focuses on the simulation of FSI ;phenomena. Strong and weak coupling of the two fields are discussed from a physical, mathematical, and implementational point of view. Essential viewpoints as interface tracking vs. interface capturing will be introduced. Stability issues will be discussed in all steps. Furthermore, methods for spatial coupling in case of non-matching interfaces will be presented. The lecture will include the discussion of recent developments, e.g., acceleration techniques for partitioned procedures.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Graduate students in the course will: • Become familiar with different aspects of solution methods for FSI problems: – Needed modifications in governing equations for fluid and structural mechanics, – monolithic vs. partioned approaches, – strong vs. weak coupling methods, – matching vs. non-matching interface discretizations – and different mesh deformation methods. • Program their own small code examples as a means of gaining experience with the method. Fertigkeiten und Kompetenzen: The students learn all the essential parts for setting up and solving an FSI problem. Starting with the derivation of the equations to be solved from the point of view of continuum mechanics, through the application of known numerical methods to solve the overall problem, to becoming familiar with the challenges that arise in the simulation. On the one hand, they learn how to apply their knowledge to solve the surface-coupled problem; on the other hand, many of the solution strategies presented can be applied to other areas of computational mechanics, such as volume-coupled problems. While in the lecture the focus is on the theoretical background, in the exercise the students are guided to solve a specific problem. They are to implement the presented methods in code by implementing the essential parts of a ;partitioned solver. In the homework, the code is to be integrated into existing single-field solvers for fluid-structure interaction and a coupling tool. Finally, the students shall apply this solver to a concrete FSI problem. The problem will be used to gain insights into the critical challenges in solving FSI problems, e.g. the additional mass effect.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Basic understanding of fluid, structural dynamics or continuum mechancics. Basic knowledge of numerical methods. Basic programming skills.

Literatur	[1] Bazilevs, Yuri, Kenji Takizawa, and Tayfun E. Tezduyar. Computational fluid-structure interaction: methods and applications. John Wiley &; Sons, 2013. [2] Förster, Ch, Wolfgang A. Wall, and Ekkehard Ramm. "On the geometric conservation law in transient flow calculations on deforming domains." International Journal for Numerical Methods in Fluids 50.12 (2006) [3] Felippa, C. A., Park, K. C., &; Farhat, C. (2001). Partitioned analysis of coupled mechanical systems. Computer methods in applied mechanics and Engineering, 190(24-25), 3247-3270. Empfohlene weiterführende Literatur: [1] Oden, T.J. (2008), Short course on Nonlinear Continuum Mechanics [2] de Boer, A., van Zuijlen, A. H., &; Bijl, H. (2008). Comparison of conservative and consistent approaches for the coupling of non-matching meshes. [3] Lesoinne, M&; C Farhat. "Geometric conservation laws for flow problems with moving boundaries"
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung. Bonuspunkteregelung: Es werden vier Hausaufgaben gestellt, die alleine bearbeitet werden müssen. Für jede korrekte Hausaufgabe ist es möglich einen Notensprung in der mündlichen Prüfung zu erlangen. Maximal können jedoch nur 2 Notensprünge erreicht werden. Die Prüfung muss ohne Bonus bestanden werden. Der Bonus ist für 2 Semester gültig.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Ph. D. Marek Behr, Dr.-Ing. Norbert Hosters
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Numerische Methoden der Fluid-Struktur-Interaktion (401169301)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Numerische Methoden der Fluid-Struktur-Interaktion	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning (Wahlpflichtfach)
Kennung	4028624
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2023
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The use of machine learning and artificial intelligence has a huge potential for building future engineering systems such as autonomous robots, vehicles, or smart infra-structure systems. This is an interdisciplinary seminar offered in mechanical engineering and computer science due to the interdisciplinary nature of the topic. In addition to the challenges of designing ML and Al systems, it is critical to analyze the mathematical properties of these algorithms. This seminar will focus on some of the underlying mathematics of modern methods. The number of places for this seminar is limited.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: You will leam about topics of current research in machine learning and focus on the underlying mathematical concepts. Many modern machine learning methods are readily implemented and can be used rather straightforwardly on a given data set. However, often this yields poor results. Thus, it is important to understand how the algorithms work and what mathematical properties of the data are critical to ensure good performance. A prominent example is correlated data, which can have dramatic consequences for certain methods and be manageable for others. The amount and quality of data is also an important aspect that heavily influences the success of the leaming outcome. Fertigkeiten und Kompetenzen: You will prepare an assigned topic, familiarize with the mathematical details, and give a presentation to your peers. There will be theorems and proofs. You need to under-stand and reproduce the mathematical arguments, reasoning and rigor.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Prior knowledge in probability theory and machine learning is recommended.
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The attendance of the course is mandatory. Presentation (40%) and written report (60%).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Sebastian Trimpe
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning (402862401)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Strömung in Turbomaschinen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011551
Version	V2_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2023
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Arten, Typen und Anwendungsgebiete von Strömungsmaschinen 2 • zweidimensionale Strömung in Turbomaschinen • Betrachtung zur reibungsfreien Gitterströmung 3 • Größen zur Beschreibung der Profil- und Gittergeometrie • Profilsystematik 4 • Gitterauslegung 5 • Verfahren für einen ersten Entwurf 6 • Auslegungsaspekte • Festigkeitsfragen • Thermische Auslegung 7 • Betrachtung zur reibungsbehafteten Gitterströmung • Transsonische Gitterströmung 8 • Zusammenwirken von Gittern und Stufen • Strömungsverluste 9 • Dreidimensional Strömung in Turbomaschinen • Charakteristisches Strömungsbild 10 • Sekundärströmungsphänomene 11 • 3-D Schaufelgitterinteraktion 12 • Rechenmodelle zur Erfassung dreidimensionaler Verluste 13 • Betriebsverhalten von Verdichtern und Turbinen 14 • Betriebsgrenzen 15

	• Betriebseinflüsse • Regelung von Verdichtern und Turbinen • An- und Abfahren, Laständerungen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden können die Strömungsvorgänge in Turbomaschinen erklären und beurteilen. • Sie sind in der Lage, Profilformen für die verschiedenen Aufgabenstellungen auszulegen. • Sie sind in der Lage, aufgrund vorgegebener Randbedingungen das Betriebsverhalten zu analysieren und die Betriebsgrenzen von Turbomaschinen zu erkennen. • Die Studierenden kennen die Verlustentstehungsmechanismen und -formen in Turbomaschinen bzw. in Schaufelgittern. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Prä;sentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren • Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Thermodynamik • Strömungsmechanik • Grundlagen der Turbomaschinen
Literatur	• Vorlesungsumdruck
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur Bonuspunktesystem: Durch erfolgreiches Bearbeiten der Zwischenprüfung können bis zu 10% Bonuspunkte bezogen auf die reguläre Klausur erreicht werden. Auch ohne diese Bonuspunkte können in der regulären Klausur 100 % der Punkte erreicht werden. Die Notenverteilung wird ausschließlich anhand der Ergebnisse aus der regulären Klausur festgelegt.Hat ein Studierender auf Basis dieser Notenverteilung die Klausur mit mindestens 4.0 bestanden, so werden ihm seine in der Zwischenprüfung erreichten Bonuspunkte angerechnet. Aus der Summe der Klausur- und Bonuspunkte ergibt sich nach der zuvor festgelegten Notenverteilung die Endnote. Jeder Studierende hat auch ohne Teilnahme an der Zwischenprüfung die Möglichkeit, das Modul mit einer 1.0 abzuschließen. Die Bonuspunkte gelten für das Semester, in dem die Zwischenprüfung durchgeführt wurde und das darauffolgende Semester. Im Semester, in dem die Zwischenprüfung angeboten wird, verfallen Bonuspunkte aus dem vorherigen Jahr.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strömung in Turbomaschinen (401155101)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Strömung in Turbomaschinen	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Vorlesung Strömung in Turbomaschinen	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Data Mining im Umfeld technischer Prozesse (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212842
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Definition Data Mining, erstes Anwendungsbeispiel • Datenbanktechniken und Data Warehouse • Grafische Datenanalyse 2 • Datenvorverarbeitung • Datenaggregation und Merkmalberechnung • Behandlung der Datenstichprobe 3 • einfache statistische Abhängigkeitsanalyse • Komplexere Methoden der Abhängigkeitsanalyse, Teil 1: • Diskiminanzanalyse • Entwscheidungsbaumverfahren 4 • Komplexere Methoden der Abhängigkeitsanalyse, Teil 2: • Neuronale Techniken • Genetische Algorithmen 5 • Methoden der datenbasierten Modellbildung, Teil 1: • Klassifikation und Regression • Statistische Methoden 6 • Methoden der datenbasierten Modellbildung, Teil 2: • Neuronale Methoden • Anwendungsbeispiele, Softwarewerkzeuge 7 • Zusammenfassende Übung zu folgenden Themen: • Datenvorverarbeitung • grafische Datenanalyse • Abhängigkeitsanalyse • Modellbildung Der Lehrumfang von 21 Zeitstunden wird auf 7 Veranstaltungen a 3 Zeitstunden aufgeiteilt. Die Veranstaltung findet vierzehn-tägig statt. In der ersten Woche ist nur Vorlesung. In den Wochen 2 bis 6 schließt sich eine 90 minütige Übung an die 90 minütige Vorlesung an. In der 7. Woche findet eine zusammenfassende Übung statt, die den gesamten Stoff noch einmal kompakt wiederholt und vertieft.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen Gegenstand und Anwendungsfelder des Data Mining im Umfeld technischer Prozesse. • Sie kennen die Schritte des Data Mining und deren Bedeutung und können gegebene Problemstellungen der Automatisierungstechnik in eine Data Mining Aufgabenstellung umsetzen.

	• Den Studierenden sind Grundlagen und wesentliche Eigenschaften auisgewählter Methoden der grafischen Datenanalyse, der Datenvorverarbeitung, der Abhängigkeitsanalyse und der datenbasierten Modellbildung bekannt und sie sind fähig, diese Methoden zu erklären. • Die Studierenden können die obigen Methoden auf gegebene Aufgabenstellungen anwenden. • Sie sind in der Lage die Ergebnisse der Anwendung einzelner Verfahren zu bewerten sowie die Ergebnisse unterschiedlicher Verfahren zu vergleichen. Hieraus können sie Konsequenzen für eine verbesserte Vorgehensweise ableiten. • Die Studierenden können die Erfolgsaussichten des Einsatzes von Methoden des Data Mining für eine gegebene Aufgabenstellung beurteilen und entscheiden, ob notwendiger Aufwand und zu erwartender Nutzen in Relation stehen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten, diese zu bewerten und praktisch zu erproben. (Methodenkompetenz) • Die Arbeit in den Übungen erfolgt in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen der Mathematik und Statistik Grundlagen der Informatik. Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen der Datenbanktechniken
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundlagen der Datenbanktechniken
Literatur	• Skript zur Vorlesung • Übungsunterlagen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Bewertung anhand des Prüfungsergebnisses (100% der Modulnote); mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Tobias Kleinert Honorarprofessor Dr.-Ing. Harald Peters
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Data Mining im Umfeld technischer Prozesse (521284201)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Data Mining im Umfeld technischer Prozesse	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Entwicklungsaufgaben in der Werkstoffoptimierung, Bauteilgestaltung und Prozessplanung (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212935
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Darstellung der Entwicklungskette in der Bauteilentwicklung. Prototypenherstellung. • Moderne Methoden der Bauteilkontrolle. • Simulation gießtechnischer Prozesse zur Prozessoptimierung und Bauteilentwicklung: Gießsysteme, Formbelastung, Strömung in Gießformen, Formstoffverdichtung, Gefügebildung in Gusswerkstoffen. • Entwicklung anforderungsgerechter Legierungen unter produktionsnahen Randbedingungen. • Optimierter Leichtbau durch Einsatz leichter und hochfester Gusswerkstoffe. • Verminderung von Werkstoff- und Bauteildefekten in der Fertigung. • Wechselwirkungen auf die Qualität in Prozessketten. • Einführung in die Betriebsfestigkeit und Lebensdauer¬vorhersage; Übertragbarkeit zyklischer Kennwerte von Proben auf Bauteile. • Toleranzen. • Entwicklungsaufgaben und Projekte aus der Automobilindustrie und dem Maschinenbau.
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Die Studierenden werden in die Lage versetzt Optimierungs- und Entwicklungspotentiale von gießereitechnischen Fertigungsprozessen und Werkstoffen zu erkennen und sich damit einen wesentlichen Aspekt des späteren Tätigkeitsfeldes zu eigen zu machen. **Anwenden / Analyse** Parallel zum Einsatz empirischer Methoden werden die Studierenden dazu befähigt, die numerische Simulation gießtechnischer Prozesse als Optimierungswerkzeug zu nutzen. In Übungen und in einem Praktikum werden an vorgegebenen und eigenen Entwürfen realer Bauteile des Automobilsektors konstruktions- und gießspezifische Aspekte erarbeitet. **Synthese / Beurteilen** Abschließend werden in einer kritischen Bewertung die Möglichkeiten und Grenzen empirischer und simulationsgestützter Methoden in einem Fachseminar zusammengeführt. Fehler und Defekte werden als typische Begleiter technischer Prozesse verstanden und deren Minimierung erarbeitet.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Scriptum und Handouts • D. M. Stefanescu: Science and Engineering of Casting Solidification, Kluwer Academic, New York, 2002. • ASM Handbooks
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Klausur gewichtet 100% und/oder mündliche Prüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben Voraussetzung für die Zulassung zur Klausur : erfolgreiche Absolvierung des Praktikums (Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung/Praktikum - Entwicklungsaufgaben in Werkstoffopt., Bauteilgestaltung, Prozesspl. (521293502)	1. Semester	2. Semester	0	4
Klausur/mündl. Prüfung - Entwicklungsaufgaben in Werkstoffopt., Bauteilgestaltung, Prozesspl. (521293501)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung - Entwicklungsaufgaben in Werkstoffopt., Bauteilgestaltung, Prozesspl.	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Grundlagen Prozesse (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212759
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	-
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur ,Gewichtung: 100%
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen Prozesse (521275901)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundlagen Prozesse	1. Semester	2. Semester	-	3
Vorlesung Grundlagen Prozesse	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Prozesstechnik der Gießverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212904
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Technologie der Dauerformgießverfahren: Kokillenguss, Druckguss, Niederdruckguss, Trennmittel, Schlichte • Technologie der Sandgießverfahren: Grundlagen der Formstoffe, Verdichtungsverfahren, Kernherstellung, Formstoffaufbereitung und –regenerierung • Feinguss, Vollformgießen, innovative Gießverfahren. • Verfahrensbewertung für Großguss-, Einzel- und Großserienfertigung • Schmelz-, Warmhalte- und Vergießeinrichtungen • Prozessmetallurgie, Wärmehaushalt und Energiebilanz in Gießprozessen, Anschnitt- und Speisertechnik • Mess- und Sensortechnik, Prozesskontrolle, Prozessketten, Qualitätssicherung, Gussteilnachbearbeitung • Produkt- und Anlagenbeispiele
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Die Studierenden erlernen detaillierte Charakteristika der Gießverfahren, der Prozessparameter und Prozesseigenschaften. **Anwenden / Analyse** Dies befähigt sie Prozessauslegungskriterien zu reflektieren und umzusetzen. Die hauptsächlichen Form- und Gießverfahren sowie die Gestaltung von Gießsystemen werden in Übungen und Praktika eigenständig erarbeitet. **Synthese / Beurteilen** Kenntnisse über Prozessmetallurgie, qualitätssichernde Kenngrößen sowie Mess- und Prüfverfahren befähigen die Studierenden, die wesentlichen Einflussgrößen bewertend zu interpretieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Scriptum und Handouts • E. Brunhuber: Praxis der Druckgussfertigung; Fachverlag Schiele &; Schön. GmbH, Berlin, 1991. • E. Flemming, W. Tilch: Formstoffe und Formverfahren, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig Stuttgart, 1993. • ASM Handbooks
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur gewichtet 100% und/oder mündliche Prüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben Voraussetzung für die Zulassung zur Klausur : erfolgreiche Absolvierung des Praktikums (Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum)

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantwortlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung/Praktikum - Prozesstechnik der Gießverfahren (521290402)	1. Semester	2. Semester	0	4
Klausur/mündl. Prüfung - Prozesstechnik der Gießverfahren (521290401)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung - Prozesstechnik der Gießverfahren	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Einführung in die Optimierung (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212838
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung, Begrifflichkeit, Beispiele 2 • Minimierung einer nichtlin. Funktion mit einer unabhängigen Variablen 3 • Minimierung einer nichtlin. Funktion mit einer unabhängigen Variablen 4 • Minimierung einer nichtlin. Funktion mit mehreren unabhängigen Variablen ohne Nebenbedingung 5 • Minimierung einer nichtlin. Funktion mit mehreren unabhängigen Variablen ohne Nebenbedingung 6 • Minimierung unter Gleichungsnebenbedingungen 7 • Lineare Programmierung 8 • Lineare Programmierung 9 • Lösung kombinatorischer Optimierungsaufgaben, diskrete Optimierung. 10 • Branche and Bound 11 • Genetische Algorithmen 12 • Extremwerte von Funktionalen (Einführung in die Problemstellung) 13 • Optimierung dynamischer Übergänge (Einführung in die Problemstellung) 14 • Reserve / Klausurübung 15 • Klausurübung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen:

	• Die Studierenden besitzen eine Übersicht über die verschiedenen Aufgabenstellungen der Optimierung. • Die wichtigsten Optimierungsmethoden sind ihnen bekannt. Sie sind in der Lage eine technische Optimierungsaufgabe zu analysieren und so zu formulieren, dass sie dem Algorithmus der ausgewählten Lösungsmethode zugänglich wird. • Sie wissen wie die Algorithmen der Optimierungsmethoden prinzipiell arbeiten. Sie kennen die damit verbundenen informatorischen und numerischen Probleme und sind fähig, den Aufwand einer Optimierung abzuschätzen und das Ergebnis zu beurteilen. Sie sind jedoch keine Speziallisten für ein bestimmtes Optimierungsverfahren. • Sie kennen typische Optimierungsaufgaben aus dem Bereich der industriellen Produktion und können die erlernten Verfahren an einfachen Beispielen praktisch anwenden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Skript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Bewertung anhand des Prüfungsergebnisses (100% der Modulnote); schriftliche oder mündliche Prüfung; Prüfungsform wird zum Start des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantwortlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Tobias Kleinert
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Einführung in die Optimierung (521283801)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Einführung in die Optimierung	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Praktikum Prozessautomatisierung (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212848
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studierenden sind in der Lage eine komplexe Prozessführungsaufgabe selbständig zu lösen. Die Lösung umfasst den Aufbau der Anlagenautomatisierung, die Auslegung und Umsetzung der Sicherungsfunktionen, die Spezifikation des Prozessablaufs mit der Erstellung der Ausführungsvorschrift, die Implementierung des Produktionsauftrags. • Sie haben anhand eines Beispiels aus dem Performance Monitoring geübt wie man das erlernte Überwachungs- und Diagnosekonzept mit den Mitteln der Automatisierungstechnik umsetzt. • Sie haben die Konzepte und Programmiersprachen der industriellen Leitsysteme kennengelernt und ihre praktische Anwendung geübt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlen: Einführung in die Prozessleittechnik
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Unbenotet; Teilnahme am Praktikum und ein Bericht
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Tobias Kleinert
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	30,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Praktikum Prozessautomatisierung (521284801)	2. Semester	1. Semester	2	2

Modultitel	Referenzmodelle der Leittechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212843
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung, Strukturgesetze 2 • Metamodelle als Sprachbasis 3 • Das Führungsmodell 4 • Rezeptsysteme, Ausführungsvorschriften 5 • Anlagenlogistik, Produktionsplanung 6 • Produkt- und Objektidentifikation und Verfolgung, Life-Cycle-Modelle 7 • Integration der operativen Leittechnik in das Unternehmensmodell (IEC 62264) 8 • Plant Asset Management 9 • Performance Monitoring 10 • Automatisierung der Automatisierung 11 • Servicearchitekturen, Agentensysteme, 12 • Realisierungsstrukturen, Funktionale Integrität,
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studierenden haben eine Übersicht über die Aufgaben und Funktionen der Prozess-, der Betriebs- und der Produktionsleitebene. • Sie wissen wie man mit modellgetriebenen Ansätzen umgeht. • Sie kennen die grundlegenden Referenzmodelle der Leittechnik. Sie sind insbesondere vertraut mit dem Systemaufbaumodell, dem Führungsmodell, dem Betriebsmittel- und Maßnahmenmodell, dem Melde- und Alarmmodell, dem Diagnosemodell und dem Life-Cycle-Modell. • Sie sind mit den durch Normierung oder defakto-Standards festgelegten Infrastrukturmodellen vertraut. • Sie wissen wie man formale Modellierungstechniken der Informatik auf diese Problemstellungen anwendet. • Sie haben eine Vorstellung von den Potenzialen innovativer Ansätze für die Prozessleittechnik (wie z.B. P2P-Systeme, Agentensysteme, Selbstorganisation, Komponentenarchitekturen).

	• Sie sind in der Lage Lösungen für konkrete Aufgabenstellungen mit Hilfe dieser Modellansätze zu formulieren. • Sie wissen wie man diese Lösungen im betrieblichen Umfeld realisiert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Skript, Normen, Arbeitsunterlagen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Bewertung anhand des Prüfungsergebnisses (100% der Modulnote); schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Tobias Kleinert
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Referenzmodelle der Leittechnik (521284301)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Referenzmodelle der Leittechnik	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Planung und Wirtschaftlichkeit metallurgischer Anlagen (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212928
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Aufstellung eines Businessplanes, Einblicke in Vertriebs/Marketingaufgaben (z.B. Marktanalyse, Datenerfassung), Scale Up/ Dimensionslose Kennzahlen, Projektplanung, Wirtschaftlichkeit, Apparateauslegung, Standortfragen, Angebot/Vertrag, Genehmigungsverfahren, Qualitätsmanagement, Risikoanalyse
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Mit Abschluss dieses Moduls erlangen die Studenten eine solide Grundlage zur Planung und Errichtung von metallurgischen Anlagen. Diese sind zumeist aus vielen komplexen Teilprojekten aufgebaut, in denen verschiedenen Gewerke und Einrichtungen der Verfahrenstechnik zusammenwirken, um ein mit dem Gesamtprojekt angestrebtes Ziel zu erreichen. Es werden Themen behandelt bei denen technische Aspekte mit nicht-technischen eng verknüpft sind, beispielsweise mit kaufmännischen Gesichtspunkten (Wirtschaftlichkeit), mit Rechtsfragen (Genehmigungsverfahren), mit Risikoaspekten (risk assessment) oder Qualitätskriterien (Anlagenqualifikation). **Anwenden / Analyse** Anhand einer „Case Study“ wird das theoretisch erlernte praktisch umgesetzt. Einfache praktische Experimente sollen ein Gefühl geben, wie Prozessdaten ermittelt werden. **Synthese / Beurteilen** Die Studierenden werden befähigt, Prozesse zu bewerten und lösungsorientiert anzupassen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Erfolgreich bestandenes Praktikum als Zulassung zur Klausur. Das Praktikum ist dann erfolgreich absolviert, wenn das Gesamttestat erteilt worden ist.
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfehlung: Metallurgie und Recycling
Literatur	Vorlesungs- und Übungsskripte (z.T. Power-Point Folien) mit jeweils integrierten Schriftumsverzeichnissen über L2P erhältlich
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur gewichtet 100% und /oder mündl. Prüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Vranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. Die Klausur darf erst nach erfolgreichem Praktikumsabschluss geschrieben werden. Erfolgreich bestandenes Praktikum: Das Praktikum ist dann erfolgreich absolviert, wenn das Gesamttestat erteilt worden ist.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher:

	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. (UA) Karl Bernhard Friedrich
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur/mündl. Prüfung - Planung und Wirtschaftlichkeit metallurgischer Anlagen (521292801)	2. Semester	1. Semester	7	0
Praktikum - "scale up" von Versuchsergebnissen (521292802)	2. Semester	1. Semester	0	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung - Planung und Wirtschaftlichkeit metallurgischer Anlagen "case study"	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung - Qualitäts- und Risk Management	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung - Planung und Wirtschaftlichkeit metallurgischer Anlagen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Thermische Gewinnungsprozesse der Nichteisenmetalle (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212909
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Reaktionstechnik der wichtigsten Hochtemperaturprozesse zur Gewinnung/Darstellung von Nichteisenmetallen: Drehrohr- und Wirbelschichttechnik, Konverter mit Schlackenmetallurgie, aluminothermische Reduktion, Schmelzzyklon, moderne Badschmelzverfahren (ISA-smelt, TBRC, QSL) sowie Elektrolichtbogenofen, jeweils mit • Prozess bestimmenden Mechanismen und Prozessparametern • thermophysikalischen/thermochemischen Grundlagen • Anlagenprinzipien, Auslegung und scale up • Methoden zur Produktbewertung • Prozessbeispielen aus der NE-Metallurgie
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Die Studierenden kennen die entscheidenden „unit operations“ der Hochtemperaturmetallurgie für die Gewinnung von Nichteisenmetallen aus Primär- wie auch Recyclingrohstoffen. **Anwenden / Analyse** Die Studierenden sind in der Lage, Kriterien zur Auswahl geeigneter Reaktoren für eine gegebene metallurgische Aufgabenstellung festzulegen und ein „benchmark“ durchzuführen. **Synthese / Beurteilen** Sie erlangen Fähigkeiten zur quantitativen Entwicklung, Auslegung bzw. Analyse der Prozesse.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Metallurgie und Recycling, Heterogene Gleichgewichte
Literatur	Vorlesungs- und Übungsskripte mit jeweils integrierten Schrifttumsverzeichnissen über L2P erhältlich
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur gewichtet 100% und /oder mündliche Prüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. ; Die Klausur darf erst nach erfolgreichem Praktikumsabschluss geschrieben werden. Erfolgreich bestandenes Praktikum: Das Praktikum ist dann erfolgreich absolviert, wenn das Gesamttestat erteilt worden ist. Das Hauptvertiefungsmodul ist abgeschlossen, wenn zusätzlich zu den bestandenen Klausuren der Teilveranstaltungen „Thermische Raffinationsprozesse für Nichteisenmetalle“ und „Thermische Gewinnungsprozesse für Nichteisenmetalle“ eine erfolgreich bestandene mündliche Modulabschlussprüfung über beide Teilveranstaltungen abgelegt wurde.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. (UA) Karl Bernhard Friedrich
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktikum - Therm. Gewinnungsprozesse d. NE-Metalle (521290902)	1. Semester	2. Semester	0	3
Klausur/mündl. Prüfung - Therm. Gewinnungsprozesse d. NE-Metalle (521290901)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung - Therm. Gewinnungsprozesse d. NE-Metalle	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung - Therm. Gewinnungsprozesse d. NE-Metalle	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Prozess- und Werkstoffmodellierung (Wahlpflichtfach)
Kennung	5211656
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2007
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Teil MPIE Modellentwicklung, Modellierung metallkundlicher Vorgänge, analytische und statistische Modelle, Monte- Carlo-Methoden, zelluläre Automaten, Vertexmodelle, Molekulardynamik, Versetzungsdynamik, Taylormodelle selbstkonsistente Verformungsmodelle ; Teil GI VO: Herleitung der Erhaltungsgleichungen (Masse, Impuls, Enthalpie, Konzentration), Verallgemeinerte Erhaltungsgleichung, FD/CV-Diskretisierung, Implizit/Explizit, Up- wind/Hybridschema, staggered grid, SIMPLER-Verfahren, Gefügesimulation (Phasenfeld, zellulärer Automat, Volume Averaging), Firmenbesuch (Magma GmbH) UE: Einführung in den Umgang mit einer kommerziellen Software zur Simulation gießtechnischer Prozess (Geometrieeingabe, Netzgenerierung, Anfangs- und Randbedingungen, Materialdaten, Simulationsdurchführung, Ergebnisanalyse) PR: eigenständige Arbeiten zur Geometrieeingabe, Netzgenerierung, Simulation und Auswertung ; Teil IBF Aufgaben und Bedeutung der Modellierung, Erläuterung der FEM, Grundgleichungen, Fehlerquellen, Zielorientierte Modellierung von Umformprozessen, Modellierung der geometrischen und physikalischen Randbedingungen, Diskussion der Simulationsergebnisse, Sensibilitätsanalyse.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen / Verstehen Die Studierenden kennen verschiedene Modellierungsansätze. Sie können diese anwenden und auf werkstoffspezifische oder prozessbezogene Anwendungen übertragen. Anwenden / Analyse Die Studierenden sind in der Lage, Simulationen selbständig durchzuführen. Synthese / Beurteilen Ebenso sind sie fähig die Ergebnisse der Simulationen kritisch zu bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine Voraussetzungen
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Note ergibt sich zu 100% aus der Klausur. Voraussetzung zur Teilnahme an der ; Prüfung ist erfolgreich abgeschlossenes Praktikums.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher:

	Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher:
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	90
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Prozess- und Werkstoffmodellierung (521165601)	1. Semester	2. Semester	8	0
Praktikum Prozess- und Werkstoffmodellierung (521165602)	1. Semester	2. Semester	0	7

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Prozess- und Werkstoffmodellierung	1. Semester	2. Semester	-	-

Modultitel	Grundlagen und Lösungsverfahren der Umformtechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212839
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 Einführung • Allgemeine Einführung • Einordnung und Einteilung der Umformverfahren • Zielgrößen der Umformtechnik 2 Grundgrößen • Spannung • Formänderung • Formänderungsgeschwindigkeit 3 Grundgrößen • Formänderungsarbeit/ Formänderungsleistung • Fließspannung, Fließkurve 4 Randbedingungen • Kontinuitätsgleichung • Reibung • Wärmeübertragung • Ermittlung von Stoff- und Randgrößen 5 Grundgleichungen • Gleichgewichtsbedingungen • Fließbedingung, Fließkriterium • Fließgesetz, Fließregel • Vergleichsgrößen 6 Technologische Zielgrößen • Umformarbeit, Umformleistung • Umformkraft • Umformwiderstand • Umformwirkungsgrad • Temperatur • Formänderungsvermögen 7 Elementare Plastizitätstheorie • Grundlagen des Stauchens (Streifenmodell)

	• Grundlagen des Reckschmiedens (Streifenmodell) 8 • Grundlagen des Längs- und Flachwalzens (Streifenmodell) 9 • Grundlagen des (Durch-)Ziehens (Scheibenmodell) 10 • Grundlagen des Strangpressens (Scheibenmodell) 11 FEM- Anwendung • Grundlagen der FEM- Anwendung 12 • Nichtlinearitäten und Lösungsverfahren • Netzentartung und Remeshing • Kontakt und Reibung Grundlagen der Ähnlichkeitstheorie • Einführung in die Ähnlichkeitstheorie 13 • Herleitung von Modellen, Maßstäben und Kennzahlen • Zusammenstellung üblicher Kennzahlen • Ähnlichkeitsanalyse von Umformverfahren • Modellwerkstoffe und –technik 14 • Auswerteverfahren Visioplastizität • Gleitlinientheorie • Schrankenverfahren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Kenntnisse: Die Studierenden kennen Möglichkeiten und Grenzen von umformtechnischen Lösungsverfahren einschließlich FEM und Ähnlichkeitstheorie • Verstehen: Studierende besitzen ein detailliertes Verständnis der Plastomechanik. • Anwendung und Analyse: Die Studierenden sind fähig zur Analyse der Grundprozesse der Umformtechnik, zur Wahl der geeigneten Lösungsmethode sowie zur Herleitung elementarer Zusammenhänge zur Beschreibung und Bewertung von Prozessen • Praxis: Im Praktikum lernen die Studierenden anhand von praxisorientieren Anwendungsfällen die Einsatzmöglichkeiten von FEM im Bereich der Umformtechnik. Dazu nutzen die Studierenden im Selbststudium CLiPS, eine webbasierte Anwendung zur Durchführung von FE-Simulationen. Begleitende Berichte und gegenseitige Peer-Reviews fördern dabei die Kompetenzen im Bereich eigenständiger Forschung.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Einführung in die Umformtechnik oder gleichwertige Veranstaltung Grundlagen der technischen Mechanik
(empfohlene) Voraussetzungen	Einführung in die Umformtechnik oder gleichwertige VeranstaltungGrundlagen der technischen Mechanik
Literatur	• Kopp, Wiegels: Einführung in die Umformtechnik • Lange: Handbuch der Umformtechnik, Band 1-4
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur, Teilnahme an der Klausur nur nach erfolgreicher Absolvierung des Praktikums möglich ;; (Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum)

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer M. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Gerhard Hirt
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Grundlagen und Lösungsverfahren der Umformtechnik (521283901)	1. Semester	2. Semester	7	0
Praktikum - Grundlagen und Lösungsverfahren in der Umformtechnik (521283902)	1. Semester	2. Semester	0	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Grundlagen und Lösungsverfahren der Umformtechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Grundlagen und Lösungsverfahren der Umformtechnik	1. Semester	2. Semester	-	5

Modultitel	Modellierung von Umformprozessen (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212932
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Aufgaben und Bedeutung der Modellierung, Erläuterung der FEM, Grundgleichungen, Fehlerquellen, Zielorientierte Modellierung von Umformprozessen, Modellierung der geometrischen und physikalischen Randbedingungen, Diskussion der Simulationsergebnisse, Sensibilitätsanalyse
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Die Studierenden kennen und verstehen die detaillierten Grundlagen der numerischen Simulation. **Anwenden / Analyse** Die Studierenden sind in der Lage anhand von umformtechnischen Aufgabenstellungen aus der umformtechnischen Praxis numerische Modelle aufzubauen. **Synthese / Beurteilen** Die Studierenden können Einflussgrößen und Ergebnisse der Berechnungen bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfehlungen: Werkstoffverarbeitung Umformen aus dem zugehörigen Bachelor oder gleichwertige Veranstaltung
Literatur	• Bathe: Finite Elemente Methoden, Springer Verlag • Wriggers: nichtlineare Finite Elemente Methoden, Springer Verlag • Kopp, Wiegels: Einführung in die Umformtechnik • Lange: Handbuch der Umformtechnik, Band 1-4
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur und/ oder mündl. Prüfung Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. Teilnahme an der Klausur nur nach erfolgreicher Absolvierung des Praktikums möglich (Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Gerhard Hirt
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktikum - Modellierung von Umformprozessen (521293202)	1. Semester	2. Semester	0	7
Klausur/mündl. Prüfung - Modellierung von Umformprozessen (521293201)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
V/Ü - Modellierung von Umformprozessen	1. Semester	2. Semester	-	-

Modultitel	Anlagentechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212939
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Lichtbogenofentechnik; Anlagen zur Wärmebehandlung (diskontinuierlich, kontinuierlich, ohne/mit Änderung chemischer Eigenschaften); Öfen für die Anwendung in bestimmten Produktionsbereichen (Stahl, Al, Glas,…); rationeller Energieeinsatz und Umwelttechnik
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen / Verstehen Studierende lernen und verstehen die Grundlagen der Anlagentechnik. Anwenden / Analyse Die Studierenden sind in der Lage, Industrieöfen die i. W. konvektionsbestimmt sind, zu berechnen. Synthese / Beurteilen Anhand ihrer Berechnungen können sie die Öfen bewerten und für industrielle Fragestellungen auswählen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine Voraussetzungen für die Zulassung zum Modul
Literatur	Skripte
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Bewertung anhand des Prüfungsergebnisses (Klausur oder mündliche Prüfung, 100% der Modulnote), Anwensenheitspflicht im zugehörigen Praktikum
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Herbert Pfeifer
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktikum - Anlagentechnik (521239302)	1. Semester	2. Semester	0	3
Klausur/mündl. Prüfung - Anlagentechnik (521293901)	1. Semester	2. Semester	8	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung - Anlagentechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung - Anlagentechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Berechnung und Auslegung von Industrieöfen (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212722
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Prinzipien der Wärmeübertragung; Erhaltungsgleichungen (Masse, Impuls, Energie); Turbulenzmodellierung; Grenzschichten (Geschwindigkeit, Temperatur, Konzentration); Freistrahlen (Brenner, Kühlstrecken); Transportphänomene bei umströmten Körpern (Kugel, Zylinder, Platte); Transportphänomene bei durchströmten Körpern (z. B. Rohre); numerische Verfahren (CFD)
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sind in der Lage Industrieöfen mit i. W. konvektiv dominiertem Wärmeübergang auszulegen und zu berechnen sowie zu bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine Voraussetzungen für die Zulassung zum Modul
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Bewertung anhand des Prüfungsergebnisses (Klausur oder mündliche Prüfung, 100% der Modulnote), Anwensenheitspflicht im zugehörigen Praktikum
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher:Universitätsprofessor Dr.-Ing. Herbert Pfeifer
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur - Berechnung und Auslegung von Industrieöfen (521272201)	2. Semester	1. Semester	8	0
Praktikum - Berechnung und Auslegung von Industrieöfen (521272202)	2. Semester	1. Semester	0	3

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung - Berechnung und Auslegung von Industrieöfen	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Eisen- und Stahlmetallurgie (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212908
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Möllervorbereitung • Metallurgischer Koks • Thermodynamik und Kinetik der Fe-Metallurgie • Schlackensysteme • Hochofen: Aggregat, Prozess, Metallurgie • Direktreduktionsverfahren: Aggregat, Prozess, Metallurgie • Elektrolichtbogenofen: Aggregat, Prozess, Metallurgie • Energiehaushalt und Messtechnik der Prozessaggregate • Feuerfesttechnologie
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Die Studierenden kennen die wichtigsten Merkmale der anlagentechnischen Zusammenhänge der Prozessaggregate, die thermochemischen Eigenschaften der jeweiligen Zwischenprodukte und die kinetischen Prozessabläufe. **Anwenden / Analyse** Dies befähigt die Studierenden, Prozessabläufe zu verstehen und zu verbessern. Das theoretische Wissen wird durch Übungen und Praktika vertieft. Sie sollen Theorie und praktische Verfahrensanwendungen parallel beherrschen lernen. **Synthese / Beurteilen** Die Studierenden sind in der Lage, als Metallurge mit ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung in der Eisen- und Stahlindustrie, im Anlagenbau sowie in der Forschung tätig zu sein.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Erfolgreich bestandenes Praktikum als Zulassung zur Klausur. Das Praktikum ist dann erfolgreich absolviert, wenn das Gesamtestat erteilt worden ist
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• H.-W. Gudenau: Materialsammlung zum Praktikum Metallurgie, 5. Auflage, Institut für Eisenhüttenkunde, Aachen 2002 • H.-W. Gudenau und Mitarbeiter: Materialsammlung zum Praktikum Eisenhüttenmännische Verfahrenstechnik, Institut für Eisenhüttenkunde, Aachen 1989 • A. Babich, D. Senk, H. W. Gudenau, K. Th. Mavrommatis: Ironmaking: Textbook, Institut für Eisenhüttenkunde, Aachen 2008 • K.-H. Heinen: Elektrostahl-Erzeugung, Verlag Stahleisen, 4. Ausgabe 1997 • Martin G. Frohberg: Thermodynamik für Metallurgen und Werkstofftechniker, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig, 1994 • L. von Bogdandy: Die physikalische Chemie der Eisen- und Stahlerzeugung, Verlag Stahleisen,1964 • L. Gmelin-Durrer: Metallurgie des Eisens: Bd. 5a/b, 7 a/b., 8. Auflage, Springer Verlag Berlin-Heidelberg, 1978 • F. Cappel, H. Wendeborn: Sintern von Eisenerzen, Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf 1973 • Vorlesungs-Hand-Out

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur gewichtet 100% und/oder mündliche Prüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. Teilnahme an der Klausur nur nach erfolgreicher Absolvierung des Praktikums möglich (Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Professor h. c. (CN) Dr.-Ing. Dr. h. c. (CZ) Dieter Georg Senk
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung/Praktikum - Eisen- und Stahlmetallurgie (521290802)	1. Semester	2. Semester	0	5
Klausur/mündl. Prüfung - Eisen- und Stahlmetallurgie (521290801)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung - Eisen- und Stahlmetallurgie	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Hochleistungskeramik (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212924
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Zweisemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Grundlagen der Bruchmechanik; Bruchfestigkeit von Keramiken: Einfluss von Fehlern, Belastungsarten, Weibull-Statistik; Bruchzähigkeit und R-Kurve: Rissüber-brückung, Prozesszonenmechanismus; Kinetische Ein-flüsse: unterkritisches Risswachstum, mechanische Be-schreibung des Sinterns; Kontaktbelastung; Prüfverfahren. • Gefügevarianten von Verbundwerkstoffen, Mischungsre-geln zur Beschreibung der integralen Eigenschaften; bruchmechanische Grundlagen der Dispersions- und Fa-serverstärkung; Raumtemperatur- und Hochtemperaturei-genschaften; keramische Dispersionswerkstoffe: Herstel-lung, Eigenschaften, Anwendungen; faserverstärkte Ke-ramiken: Faserherstellung (Kurzfasern, Langfasern), Mat-rixsysteme, P/M-Methoden, Infiltrationsverfahren (Flüs-sigsilizierung, Gasinfiltrationsverfahren, Polymerinfiltration und Pyrolyse); Anwendungen. Keramische Verbundwerk-stoffe mit metallischen Komponenten (Hartmetalle, Cer-mets, Metcers), Herstellung über pulvermetallurgische Methoden, In-situ-Reaktionsverfahren, RBAO, Lanxide, Dimox, ternäre Boride, MAX-Phasen), Gradientenwerk-stoffe. • Elektrokeramiken: Keramische Isolatoren, Elektronenleiter, NTC/PTC, Supraleiter, Piezokeramiken, Ionenleiter; Brennstoff- und Elektrolysezellen; Gastrennmembrane; Wärmedämmschichten; Batterieanwendungen; Herstel-lungsmethoden, Bauteilcharakteristika. • Thermodynamische und kinetische Grundlagen. Flüssig-keitskorrosion, Schmelzkorrosion, Verschlackung, Gaskor-rosion, Salzschmelzkorrosion, Passivierung, thermodyna-mische Simulation, Fallbeispiele aus der Technik • Praktikumsversuche zur Herstellung von Hochleistungske-ramik/Verbundwerkstoffen, Prüfung mechanischer und/ oder elektrischer Eigenschaften, Anwendung der Weibull-Statistik, Interpretation der Messergebnisse
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Die Kenntnis der Wechselwirkung zwischen Kristallstruktur, Gefüge und Materialeigenschaften der Hochleistungskeramiken sind vertieft verstanden. **Anwenden / Analyse** Anhand spezifischer Beispiele können die physikalischen, chemischen und thermomechanischen Einsatzgebiete und Anwendungsgrenzen abgeleitet werden. **Synthese / Beurteilen** Die Fähigkeit zur problemorientierten Werkstoffauswahl und zur Schadensanalytik ist gefestigt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum Voraussetzung für die Klausur.
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Umdrucke; Salmang, H., Scholze, H., Keramik, Springer, 7.Auflage 2006. • Richerson, D.W., Modern Ceramic Engineering, • Marcel Dekker, New York 1992; Czichos, H.; Habig, K.-H., Tribologie-Handbuch - Reibung und Verschleiß, Vieweg (2003)

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur gewichtet 100% (120 Min.) und /oder mündliche Prüfung Die Prüfungsform wird zu Beginn der Vranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. Teilnahme an der Klausur nur nach erfolgreicher Absolvierung des Praktikums möglich (Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Rainer Telle
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktikum - Hochleistungskeramik (521292402)	2. Semester	1. Semester	0	1
Klausur/mündl. Prüfung - Hochleistungskeramik (521292401)	2. Semester	1. Semester	7	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung - Bruchmechanik, Verstärkung und Prüfung von Sonderkeramik	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung - Keramische Verbundwerkstoffe (Option 2)	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung - Korrosion	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung - Keramische Werkstoffe für die Energietechnik (Option 1, falls nicht bereit in einem anderen Vertieferfach belegt)	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Lasermesstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011691
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung in die Lasermesstechnik: Grundlagen, Anwendungen, Markt, Entwicklungstrends 2. Eigenschaften der Laserstrahlung: elektromagnetische Welle, Strahlparameter, Bestrahlungsstärke, Phase, Ausbreitung, Wellenlänge, Polarisation, Beugung, Kohärenz, Vergleich Laserstrahlung - thermisches Licht, Gaußscher Strahl 3. Wechselwirkung Laserstrahlung - Materie: Teilchencharakter, Reflexion, Brechung, Absorption; Lichtstreuung - Rayleigh, Mie, Raman; Frequenzverdopplung, Doppler-Effekt 4. Strahlformung und -führung: optische Elemente zur Strahlmodulation, Strahlablenkung und -teilung, Veränderung der Polarisation, Modulation der Intensität, Wellenlängenmodulation, Phasenschiebung, Ausbreitung Gaußscher Strahlen, optische Fasern 5. Detektion elektromagnetischer Strahlung: thermische Detektoren, photoelektrische Detektoren, Halbleiterdetektoren, ortsauflösende Detektoren, Messung von Detektorsignalen 6. Laser-Interferometrie: Grundlagen, Superpositionsprinzip und komplexe Schreibweise, Abstandsmessungen mit Laser-Interferometer, Polarisationsinterferometer, Doppelfrequenzinterferometer, Wellenlänge als Längenmaßstab, Messbereich und -genauigkeit, Winkelmessung, Geradheitsmessung, Twyman-Green-Interferometer, Anwendungsbeispiele 7. Holografische Interferometrie: Prinzip der Holografie und holografischen Interferometrie, Doppelbelichtungsverfahren, Echtzeitverfahren, Empfindlichkeitsvektor, Objekttranslation und -rotation, Phasenshiftverfahren, Messaufbau, Anwendungsbeispiele 8. Speckle-Messtechnik: Entstehung von Speckles, Speckle-Fotografie, abbildende Speckle-Fotografie, unfokussierte Speckle-Fotografie, Speckle-Interferometrie, Zeitmittelungsverfahren, Anwendungsbeispiele 9. Laser-Triangulation: Prinzip, Scheimpflug-Bedingung, Kennlinie eines Triangulationssensors, Einflussgrößen bei der Laser-Triangulation, Strahlverlauf, Eigenschaften der Objektoberfläche, Detektor und Signalauswertung, atmosphärische Einflüsse, Konturmessung, Anwendungsbeispiele 10. Laser-Doppler-Verfahren: Doppler-Effekt, Laser-Vibrometer, Laser-Doppler-Anemometer, Signalverarbeitung, Messbereich, Anwendungsbeispiele 11. Optische Kohärenztomographie (OCT): Time-Domain OCT, Fourier-Domain OCT, Signalauswertung, Auflösung und Messbereich, Anwendungsbeispiele 12. Laser-Spektroskopie I: Laser-Emissionsspektroskopie (LlBS), Verdampfung und Plasmabildung, zeitaufgelöste Spektroskopie, Spektrenauswertung, Messbereich, Anwendungsbeispiele 13. Laser-Spektroskopie II: Laser-induzierte Fluoreszenz (LIF), Light Detection and Ranging (LIDAR), differentielles Absorptions-LiDAR, Signalverarbeitung, Messbereich, Anwendungsbeispiele; Coherent Anti-Stokes Raman Spectroscopy (CARS), Messbereich, Anwendungsbeispiele 14. Laser, Laseranlagen, Begriffe, Sicherheit - Normen und Regelwerke
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studenten kennen die maßgeblichen Grundlagen für Lasermessverfahren: Eigenschaften der Laserstrahlung, Wechselwirkung Laserstrahlung mit Materie, Strahlformung und -führung sowie Detektion elektromagnetischer Strahlung. • Die Studenten können selbstständig Berechnungen zu Strahlformung, Interferenzerscheinungen, Beugungsphänomenen, Kohärenzeigenschaften, Reflexion und Brechung, Lichtstreuung, Polarisation, Ausbreitung Gaußscher Strahlen, optische Fasern, Detektion von Laserstrahlung sowie Sicherheit von Laserstrahlung durchführen. • Sie sind mit den Grundprinzipien und Eigenschaften der Lasermessverfahren vertraut: Interferometrie, Holografie, Speckle-Messtechnik, Laser-Triangulation, Laser-Dopplerverfahren, optische Kohärenztomographie, Laser-Spektroskopie. • Sie kennen die etablierten Einsatzgebiete und die Potentiale der Lasermesstechnik in der Produktionstechnik sowie in Forschung- und Entwicklung.

	Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studenten sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu erörtern und selbstständig zu lösen, diese Lösungen zu präsentieren und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Skript • A. Donges, R. Noll: Lasermesstechnik - Grundlagen und Anwendungen, Hüthig-Verlag (Neuauflage in engl. 2013, Springer-Verlag)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• 1 Klausur oder • 1 mündliche Prüfung Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder der Note der mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Reinhard Noll
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Lasermesstechnik (401169101)	1. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Lasermesstechnik	1. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Lasermesstechnik	1. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Nonlinear Finite Element Methods for Solids (Wahlpflichtfach)
Kennung	3013261
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Introduction: Course outline, Historical review, Overview of current research topics 2. Mechanics of a nonlinear 1D bar: Equilibrium, kinematics and material modeling, Strong form and weak form 3. FE formulation of the 1D bar: FE discrezation and interpolation, Derivation of FE arrays, Newton-Raphson iteration 4. 1D FE code structuring: FE solution algorithm, Boundary conditions, Efficient coding 5. Elastoplasticity of a 1D bar: Elasto-plastic material behavior, Corresponding solution algorithms, FE implementation 6. Review of continuum mechanics: Tensor algebra and analysis, Kinematics and balance laws, Variational methods 7. Continuum constitutive theory: Hyperelasticity, Stress tensors and matrial tangent 8. 2D FE formualtions: FE discretization and interpolation, Derivation of the finite element arrays, Isoparametric concept, numerical quadrature 9. Consistent linearization: Derivation of the FE tangent matrices, Voigt notation 10. 2D FE code structuring: Solution algorithm, Efficient coding, Data management 11. Boundary conditions: Application of Direchlet and Neumann BC, Periodic BC 12. FE mesh generation: Basic mesh generation, Commercial mesh generation tools 13. Postprocessing: Stress smoothing, Data visualization 14. Error estimation: Convergence, Error measures 15. Advanced topics in nonlinear FEM: Adaptivity, FE^2, Isogemetric analysis
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: The Students • have clear knowledge of the foundations and methods of solid mechanics • understand the principles behind FE formulations for solids • can contruct FE formulations for given solid models • can implement these fomulations into FE codes • understand the difficulties and disadvantages of FE approaches
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " A course on Continuum Mechanics or Strength of Materials (Technische Mechanik II)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlen werden Kentnisse aus Continuum Mechanics oder Strength of Materials (Technische Mechanik II).
Literatur	• Wriggers, P.: Nonlinear Finite Element Methods, Springer, 2008 • Oden, J.T.: Finite Elements of Nonlinear Continua, Dover Ed., 2006 • Belytschko, T. et. al.: Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, Wiley, 2000
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Die Prüfung besteht aus einer benoteten mündlichen Prüfung und einer benoteten schriftlichen Ausarbeitung. Die Modulnote ergibt sich zu 50% aus der mündlichen Prüfung und zu 50 % aus der schriftlichen Ausarbeitung. Es gibt keine Voraussetzungen für die Teilnahme an der Prüfung.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortliche Fakultät 3Modellierungsteamverantwortlicher: Philipp Friedl M. A.Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. Roger A. SauerUniversitätsprofessor Marek Behr Ph. D.Universitätsprofessorin Dr.-Ing. Stefanie Reese
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündl. Prüfung Nonlinear Finite Element Methods for Solids (301326101)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Nonlinear Finite Element Methods for Solids	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Mechanics of Forming Processes (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011512
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Course content: 1. Introduction to forming: common industrial metal forming processes and main challenges related to modelling 2. Review of continuum mechanics basics and tensor calculus, kinematic and balance relations 3. Constitutive models of plastic deformation and material properties 4. Boundary conditions: e.g. friction and lubrication, heat transfer, applied loading 5. Analytical methods in forming: e.g. Slab analysis, upper bound method, slip line field analysis 6. Numerical methods in forming: e.g. finite element method, finite difference method 7. Modelling of industrial forming processes demonstrated by examples 8. Ongoing research questions in metal forming 9. Case study e.g. high-speed forming
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge / Understanding Overall goal: After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes: 1. Understand the theoretical backgrounds of forming processes and plasticity. 2. Know state-of-the-art metal forming processes such as sheet bending, cupping, drawing, hydroforming, detonation forming, spinning, rolling, closed die forging and extrusion. 3. Know analytical and numerical modelling techniques in forming (e.g. slab analysis, upper bound analysis, finite element method). 4. Understand the challenges of the modelling of forming processes and know the limitations of the modelling techniques (e.g. numerical instabilities) 5. Be aware of ongoing research questions in metal forming Abilities / Skills Students are able to: 1. Develop mechanical models for describing forming processes 2. Select the appropriate modelling technique for a given forming problem 3. Determine the right level of model complexity for efficient and reliable simulation 4. Determine load and motion requirements for forming machines/processes
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	It is advantageous to be familiar with the foundations of continuum mechanics
(empfohlene) Voraussetzungen	It is advantageous to be familiar with the foundations of continuum mechanics.
Literatur	Vorlesungsunterlagen William F. Hosford, Robert M. Caddell; Metal Forming, Mechanics and Metallurgy; Publisher: Cambridge University Press; 2007 G.W. Rowe, C.E.N. Sturges, P. Hartley, I. Pillinger; Finite-element plasticity and metalforming analysis; Publisher: Cambridge University Press; 2005 J. Lemaitre, J.L. Chaboche; Mechanics of Solid Materials; Cambridge University Press; 1994
Sprache	Englisch

Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche oder mündliche Prüfung (abhängig von der Teilnehmerzahl)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Mechanics of Forming Processes (401151201)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Mechanics of Forming Processes	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Mechanics of Forming Processes	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Materials Chemistry II (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212500
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Das chemische Gleichgewicht • Phasendiagramme • Die Eigenschaften von Mischungen • Statistische Thermodynamik • Die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen • Elastische Eigenschaften • Die Eigenschaften von Überflächen
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Den Studierenden wird durch vielfältige digitale Lernformate die Kompetenz vermittelt, Konzepte des chemischen Gleichgewichts, der statistischen Thermodynamik und der Eigenschaften von Phasendiagrammen selbstständig zu reproduzieren. Durch das kombinierte Lehrangebote von Vorlesung, Übung,und digitalen Lernfortschrittskontrollen mittels Dynexite werden Studierende befähigt, die Eigenschaften von Legierungen zu beschreiben und zu erläutern. **Anwenden / Analyse** Mit Hilfe der digitalen Ausrichtung der Lehrveranstaltung, wenden die Studierenden das in der Vorlesung vermittelte Wissen auf praxisnahe regelmäßige Übungs- und Dynexite-Aufgaben an. **Synthese / Beurteilen** Durch das Zusammenspiel von analogen und digitalen Lehrmethoden wird Studierenden die Fähigkeit vermittelt, thermodynamische und kinetische Eigenschaften von Materialien anwendungsnah zu beurteilen. Studierende können anhand dessen selbstständig die Auswahl geeigneter Werkstoffe für unterschiedliche Prozesse und Anforderungen vornehmen. ; ;
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	erfolgreiche Absolvierung des Praktikums Werkstoffchemie I
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine Voraussetzungen für die Zulassung zum Modul; empfohlen: Englischkenntnisse, Werkstoffchemie I
Literatur	Lehrbuch: P.W. Atkins, Physikalische Chemie
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur (englisch oder deutsch); darüber hinaus kann eine Verbesserung der Klausurnote durch Teilnahme an einer freiwilligen Lernfortschrittskontrolle erreicht werden. Werden in dieser 80% der Punkte erreicht, verbessert sich die Klausurnote um eine Notenstufe (also z.B. von 3,7 auf 3,3), bei Erreichen von 90% verbessert sich diese um zwei Notenstufen (also z.B. von 3,7 auf 3,0). Diese Verbesserung gilt nur für alle Klausuren, die innerhalb eines Jahres nach der Lernfortschrittskontrolle

	geschrieben werden und unter der Voraussetzung, dass die Klausur mit einer Note von 4,0 oder besser bewertet wird. Eine bessere Gesamtnote als 1,0 ist in jedem Fall ausgeschlossen.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Jochen Schneider Ph. D.
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Werkstoffchemie II - Klausur (521250001)	1. Semester	2. Semester	6	0
Materials Chemistry II - Lernfortschrittskontrolle (521250002)	1. Semester	2. Semester	0	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Materials Chemistry II - Übung englisch (Option 2)	1. Semester	2. Semester	-	2
Materials Chemistry II - Vorlesung	1. Semester	2. Semester	-	4
Materials Chemistry II - Übung deutsch (Option 1)	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Mechanics of Soft Engineering Materials: Rubbers, Textiles and Non-Crimp Fabrics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011569
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Chemical Structure and Composition of Elastomers: natural rubber, synthetic rubbers, rubber vulcanization • Mechanical Properties of Elastomers and their Phenomenological Models: non-linear stress-strain response, incompressibility or slight compressibility, experimental study and strength hypothesis, stress softening, Mullins effect, permanent set and induced anisotropy • Molecular-Statistical Basis of Rubber Elasticity: freely jointed chain model, freely rotating chain model, random walk theory, free energy of an ideal chain and affine network of ideal chains, finite extensibility of chains, Langevin model • Micro-Mechanics of Filled Elastomers: micro-mechanically based hyperelastic models, Mullins effect and permanent set, induced anisotropy and permanent set, hysteresis, strain induced crystallization • Mechanics of Textiles and Non-Crimp Fabrics: experimental characterization, draping properties, phenomenological models, modeling inelastic effect in textiles and non-crimp fabrics
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Understanding of chemical structure and composition of elastomers from the engineering point of view, their connection to mechanical properties, the role of fillers • Fundamentals of statistical mechanics in application to rubber networks • Experimental methods in application to rubber, textile composites and non-crimp fabrics • Learning how to model elastomers under large strains by taking into account their molecular structure • Learning how to model draping properties of textiles and non-crimp fabrics and how to predict their defects under large strains.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Required: - Recommended: • Continuum Mechanics • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I
Literatur	Lecture notes (script)
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The final mark is the mark of the oral exam.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	3

Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Mechanics of Soft Engineering Materials (401156901)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Mechanics of Soft Engineering Materials	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Glaskeramiken und teilkristalline Composite - Materialentwicklung und -optimierung, Kinetik und Thermodynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	5217903
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Im Rahmen der Veranstaltung werden die fundamentalen Eigenschaften von glaskeramischen Grundsystemen (inkl. Bioglaskeramiken) und ihre Anwendungen besprochen. Seitens der Thermodynamik und Kinetik werden die Grundlagen für das Schmelzen und die Kristallisation von Glaskeramiken und daraus resultierenden Composite-Materialien vermittelt. Die werkstoffwissenschaftlichen Grundlagen für eine glaskeramische Materialentwicklung werden erarbeitet. Unterschiedliche kinetische Modelle zur Beschreibung der Kristallisation werden vermittelt und die Anwendung dieser Modelle wird in Übungen vertieft. Methoden der Konditionierung (wie z.B. Festigkeitssteigerung, Anisotropieeinbringung, chemische Gradientenausprägung) von Glaskeramiken werden besprochen und anhand von Modellen angewendet. Ebenso werden Methoden zur analytischen Charakterisierung von Glaskeramiken besprochen und Anwendungsbereiche und Grenzen dieser Methoden dargestellt. Es wird die gesamte Prozesskette von der Materialentwicklung bis hin zum fertigen und konditionierten Produkt vermittelt. Die Herstellung und die Charakterisierung von Glaskeramiken werden in einem Praktikum vertieft.
Lernziele/Lernergebnisse	Der/die Studierende ist nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls in der Lage, eine Glaskeramik oder einen teilkristallinen Composite auf Basis von Eigenschaftsvorgaben zu entwickeln und die Bedingungen festzulegen um das Ausgangsglas zu erschmelzen, es in den (teil-)kristallinen Zustand zu überführen und ggf. darüber hinaus zu konditionieren. Ebenso beherrscht der/die Studierende die Grundlagen der geeigneten analytischen Charakterisierungsmethoden zur Beschreibung von Glaskeramiken und teilkristallinen Compositen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Glastechnische Grundlagen, wie beispielsweise durch die Module "Einführung in die Werkstofftechnik: Glas" oder "Glastechnologie". Außerdem ist die Masterveranstaltung "Werkstofftechnik Glas (M.Sc.)" empfohlen.
Literatur	Folien und Erläuterungen zur Vorlesung Übungsunterlagen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Schriftliche Klausur oder mündl. Prüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. Klausurvoraussetzungen: Erfolgreich absolviertes Praktikum als Zulassung zur Klausur. ; Zur erfolgreichen Absolvierung des Praktikums gehört: ; - Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum. ; - Die erfolgreiche Anfertigung eines Versuchsprotokolls zum jeweiligen Einzelversuch.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer M. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Christian Roos

ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Glaskeramiken - P (521790302)	2. Semester	1. Semester	0	2
Glaskeramiken - Klausur/mündl. Prüfung (521790301)	2. Semester	1. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Glaskeramiken - V	2. Semester	1. Semester	-	3
Glaskeramiken - Ü	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Einführung in die Prozessleittechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212559
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Einführung • Modellwelten der Leittechnik • Prozessleitsysteme - Aufbau • Prozessleitsysteme - Systemfunktionen • Prozessleitsysteme - Softwarearchitektur • Kommunikationssysteme • Kommunikationssysteme • Technische Anlage • Technische Anlage • Automatisierungstechnik: Aktoreinheiten • Automatisierungstechnik: Verknüpfungssteuerung • Automatisierungstechnik: Ablaufsteuerung • Automatisierungstechnik: Auftragssteuerung • Automatisierungstechnik: Hierarchische Führungsstruktur • Reserve / Klausurübung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind mit den Aufgabenstellungen der Prozess- und Anlagenauto-matisierung vertraut. • Sie kennen den prinzipiellen Aufbau industrieller Leit- und Kommunikationssyste-me. • Sie sind in der Lage mit gängigen Modellierungsansätzen aus der Informatik leit-technische Systeme und für die Leittechnik relevante Systeme wie Anlagen, Pro-zesse, Produkte, Geräte, Aufträge, Ausführungsvorschriften usw. zu strukturieren und formal zu beschreiben. • Sie kennen die technischen Sprachen zur Beschreibung und Programmierung von Automatisierungsfunktionen und können diese zur Lösung von konkreten Prozess-führungsaufgaben praktisch anwenden. • Sie sind in der Lage leittechnische Lösungskonzepte zu analysieren und technisch zu bewerten.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	Skript
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Bewertung anhand des Prüfungsergebnisses (100% der Modulnote); schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Tobias Kleinert
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Einführung in die Prozessleittechnik (521255901)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture/Exercise Process Control Engineering	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Werkstofftechnik der Metalle (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212903
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	In dieser Veranstaltung werden die im Bachelor erlernten Kenntnisse der Werkstofftechnik des Stahls in Form einer Vorlesung, einer Übung und eines Praktikums vertieft. Der Einfluss von festigkeitssteigernden Mechanismen, der Temperatur sowie der Dehnratenabhängigkeit auf die mechanischen Eigenschaften von Stählen werden besprochen und anhand konventioneller und wahrer Spannungs-Dehnungs-Diagramme beschrieben. Dabei wird auch auf das Fließverhalten bzw. die Anisotropie und die Kaltumformbarkeit des Werkstoffs Stahls eingegangen. Zusätzlich werden Kenntnisse über Werkstoffschädigung, Bruchmechanik und Zähigkeit unter statischer sowie schwingender Belastung erlangt. Darüber hinaus erlernen die Studierenden wie die Prozesse zur Herstellung der jeweiligen Stahlgüten angepasst werden müssen, damit die Eigenschaften des Endprodukts den Anforderungen genügen. Abschließend wird die wirtschaftliche Bedeutung des Werkstoffs Stahl besprochen und Ökobilanzen für Stahlprodukte aufgestellt.
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sind fähig metallphysikalische Theorien mit Werkstoffeigenschaften zu verknüpfen. Sie kennen Verfahren und Prozesse, um entsprechende Werkstoffkennwerte zu ermitteln und zu beeinflussen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• W. Bleck: Werkstoffkunde Stahl für Studium und Praxis, Verlag Mainz, 2010 • W. Bleck, Spezielle Werkstoffkunde der Stähle für Studium und Praxis, Verlag Mainz, 2009 • W. Bleck: Werkstoffprüfung in Studium und Praxis, Verlag Mainz, 2011 • Ergänzende Literaturempfehlungen werden zu Beginn der Vorlesung ausgeteilt.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung, gewichtet 100%. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. Die Teilnahme an der Klausur ist nur nach erfolgreicher Absolvierung des Praktikums möglich. (Es gilt Anwesenheitspflicht im Praktikum nach § 5 der studiengangsspezifischen Prüfungsordnung.)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Marion Kreins
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7

Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Werkstofftechnik der Metalle - Klausur (521290301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Werkstofftechnik der Metalle - Vorlesung	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Werkstofftechnik der Metalle - Übung	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Werkstofftechnik der Metalle - Praktikum	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	4

Modultitel	Application of Artificial Neural Networks in Computational Material Modeling / Simulation (Wahlpflichtfach)
Kennung	5227979
Version	V1
Dauer (Semester)	-
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	Sommersemester 2023
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	-
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	-
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Application of Artificial Neural Networks in Computational Material Modeling / Simulation (522797901)	1. Semester	2. Semester	5	-

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Application of Artificial Neural Networks in Computational Material Modeling / Simulation	1. Semester	2. Semester	-	3
Exercise Application of Artificial Neural Networks in Computational Material Modeling / Simulation	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Practical Introduction to FEM-Software I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011666
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Allgemeine Einführung, Aufbau eines FEM-Programms, ANSYS (Benutzeroberfläche) • Modellierung und Berechnung von Fachwerken mit ANSYS 2 • Modellierung von Balkenstrukturen • ANSYS Kommandos, Arbeiten mit Eingabedateien • Postprocessing für Balkenelemente 3 • Allgemeine Einführung in das FEM-Programm CALCULIX • Modellierung und Berechnung von Balkenstrukturen mit CALCULIX • Datenaustausch zwischen ANSYS <-> CALCULIX 4 • Einführung in die 2D-Modellierung mit ANSYS (Teil 1) • 2D-Elementtypen, freie Vernetzung, Randbedingungen, Netzdichte, Postprocessing 5 • Kommandos für die 2D-Modellierung in CALCULIX • Randbedingungen, Netzdichte, Postprocessing 6 • Einführung in die 2D-Modellierung mit ANSYS (Teil 2) • Strukturierte Vernetzung (mapped mesh), “bottom up”-/ “top down” – Ansatz • ANSYS Kommandos für Wärmeleitungsprobleme 7 • APDL, Elementtypen, Randbedingungen, h- und p-Methode 8 • Postprocessing, Fehlerabschätzung 9 • ANSYS 3D-Modellierung (Teil 1), Geometrieerstellung, Selektierungs- und Gruppierungskommandos 10 • 3D-Modellierung (Teil 2), ANSYS- und CALCULIX-Kommandos, 3D-Elementtypen 11 • 3D-Modellierung (Teil 3), ANSYS- und CALCULIX-Kommandos, Extrusion von 2D-Modellen. 12 • Projektarbeit, Modellierung 13 • Projektarbeit, Modellierung, Berechnung, Postprocessing 14 • Projektarbeit, Dokumentation, Report 15 • Repetitorium
Lernziele/Lernergebnisse	Ziel dieser Lehrveranstaltung ist es, den Studierenden einen Überblick und eine Einführung in Finite-Elemente-Software zu geben. Die Studierenden: • besitzen ausreichende praktische und theoretische Kenntnisse für die Bedienung der Programme ANSYS und CALCULIX . • sind in der Lage, eigenständig kleinere 2D- und 3D-FE-Modelle zu erstellen. • sind fähig, lineare Struktur- und Wärmeleitungsprobleme zu lösen. • verstehen das Konzept des “Solid Modelling” und des Vernetzens. • kennen die wichtigsten Kommandos zur Erstellung von Eingabedateien. • wissen, wie Randbedingungen und Belastungsfälle definiert werden. • sind in der Lage, kleinere FE-Modelle zu überprüfen und Fehler zu analysieren. • können die Berechnungsergebnisse im Postprozessor kritisch bewerten. • können aus einer FE-Berechnung praktische Konstruktionsanweisungen ableiten. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): Die Studierenden: • lernen im Team eine Aufgabe zu bearbeiten und diese in Form eines Reports zu dokumentieren und zu präsentieren. • über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Englisch Voraussetzung für " Practical Introduction to FEM-Software II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Englisch Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...):

	• Practical Introduction to FEM-Software II
Literatur	• Skript • Online-Dokumentation, Benutzerhandbücher
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Practical Introduction to FEM-Software I (401166601)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Practical Introduction to FEM-Software I	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Einführung in die Medizin I, II (Wahlpflichtfach)
Kennung	9015711
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Zweisemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2007
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Einführung in die Medizin I: Zelle und Zellmembran: Aufbau und Bestandteile von Zellen und Zellmembranen. Transportprozesse und deren Parameter. Definition und Berechnung des Membranpotentials. Neurophysiologie: Funktionelle Bestandteile von Neuronen. Definition eines Aktionspotentials (AP) und Charakteristiken von APs. Charakteristika der axonalen Informationsweitergabe und -codierung. Arbeitsweise von Synapsen. Neuronale Verschaltungen. Anatomie: Bezugssystem „Mensch“. Knochentypen sowie Arten und Charakteristika von Gelenkformen, Gelenkhilfsstrukturen. Muskel: Arten von Muskeln. Makro- und mikroskopischer Aufbau eines Skelettmuskels. Elektromechanische Koppelung. Kraft-Längen-Diagramm des Skelettmuskels. Vergleich mit anderen Muskeltypen. Blutkreislauf: Parameter des Kreislaufs und der Blutgefäße. Verteilung des Blutflusses und der Blutvolumina. Blutdrücke und Grundlagen der Blutflussmechanik. Herz: Lage und Aufbau des Herzens: Querschnitt, Vorhöfe, Kammern, Ventile, Einbindung in Kreislauf. Arbeitsdiagramm: Drücke, Volumina, Klappenzustände. Besonderheiten des Herzmuskels. Schrittmacherzentren. Blut: Blutzellen und deren grundsätzlicher Aufbau und Funktionen. Blutwerte. Blutgruppensysteme. Blutstillung und Blutgerinnung. Atmung, Säure-Basen-Haushalt: Aufbau und Aufgaben der Lunge. Atemgasdiffusion. Lungenfunktionmessung. Wasserhaushalt, Niere: Aufbau und Aufgaben der Nieren. Konzentrationsmechanismus. Bestimmung der Nierenfunktion. Einführung in die Medizin II: Ernährung, Verdauung: Aufbau und Aufgaben des Verdauungssystems. Weg eines Nährstoffes während der Nahrungsaufnahme und des Verdauungsprozesses. Sinne: Definition von Sinnen. Mathematische Charakterisierung von Sinnesrezeptoren. Aufbau und Aufgaben der Haut, des Auges, des Innenohrs, der Zunge und der Nase. Schmerzempfindung. Medizinische Psychologie und Soziologie: Planung, Durchführung und Evaluation von Experimenten. Soziale Wahrnehmung. Lernprozesse. Beobachtung von Prozessen und Beobachtungsfehler. ZNS: Aufbau und Aufgaben von Gehirn und Rückenmark. Methoden zur Erforschung der Funktion. Einfache neuronale Schaltkreise. Schwangerschaft und Geburt: Genitalorgane, Eizelle und Spermatozoon, Befruchtung, Implantation, embryonales und fetales Wachstum, Aufbau und Funktion der Plazenta, Geburt, Gewöhnung an eine neue Umwelt Einführungsvorlesung "Präparationssaal" oder "Pathologie" und Führung (nach Verfügbarkeit): Kennenlernen der jeweiligen Einrichtung und deren Einbindung in die Gesundheitsversorgung. Vorführung ausgewählter Präparate.
Lernziele/Lernergebnisse	-
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	Skript zur Vorlesung, Skript zum Praktikum
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung, Teilnahmenachweis für das Praktikum. Die Modulnote ist die Note der Klausur bzw. der mündlichen Prüfung
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Dr. rer. medic. Marion Grande Modellierungsteamverantwortlicher: Vanessa Ziemons M. A. Modulverantworlicher: apl. Professor Dr.rer.nat. Dipl.-Ing. Martin Baumann MME
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündliche Prüfung Einführung in die Medizin I, II (901571101)	1. Semester	1. Semester	6	0
Übung/ Praktikum Einführung in die Medizin I (901571102)	1. Semester	1. Semester	0	1
Übung/ Praktikum Einführung in die Medizin II (901571103)	1. Semester	1. Semester	0	1

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in die Medizin II	1. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Einführung in die Medizin I	1. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Werkstoffmechanik (Wahlpflichtfach)
Kennung	3010906
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Diskussion des Materialverhaltens von Stahl anhand experimenteller Ergebnisse; Erarbeitung geeigneter Materialmodelle unter den Aspekten: Fließverhalten, Verfestigung, Anisotropie; Diskussion des Materialverhaltens von Stahlbeton anhand experimenteller Ergebnisse; Erarbeitung geeigneter Materialmodelle unter den Aspekten: Werkstoffheterogenität, Zug-Druck-Asymmetrie, Schwinden, Kriechen; Numerische Umsetzung im Rahmen der Finite-Elemente-Methode; Einbeziehung des Temperatureinflusses; Vergleich Experiment-Simulation, Parameteridentifikation; Praktikum zum Selberrechnen, Umgang mit kommerziellen Programmsystemen
Lernziele/Lernergebnisse	Verständnis der verschiedenen Materialverhaltensweisen von wichtigen Baustoffen; Kenntnis verschiedener dreidimensionaler Materialmodelle; Kenntnisse über die Einbindung der Materialmodellierung in die Finite-Elemente-Methode; Sicherheit in der Anwendung der Finite-Elemente-Methode; Kenntnis des typischen Ablaufs in der Werkstoffmechanik: experimentelle Beobachtung, Modellierung, Simulation, Parameteridentifikation
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Rösler, Harders, Bäker: Mechanisches Verhalten der Werkstoffe, Teubner; Lemaitre, Chaboche: Mechanics of Solid Materials, Cambridge University Press; Gross, Hauger, Wriggers: Technische Mechanik 4, Springer
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Benotete Klausurarbeit. Es gibt keine Voraussetzungen für die Teilnahme an der Klausurarbeit.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworliche: Universitätsprofessorin Dr.-Ing. Stefanie Reese
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	165,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausurarbeit (oder mündliche Prüfung) Werkstoffmechanik (301090601)	1. Semester	2. Semester	8	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Werkstoffmechanik	1. Semester	2. Semester	-	5

Modultitel	Anthropotechnik in der Robotik und zur Fahrzeug- und Prozessführung (Wahlpflichtfach)
Kennung	6010489
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 Einführung in Mensch-Maschine-Schnittstellen Ereignisorientierte Dialogsysteme Dynamische Systeme 2 Systemkomponente Mensch Informationsverarbeitung beim Menschen Verhaltensmodelle 3 Informationsaufnahme beim Menschen Visuelle, akustische und haptische Wahnehmung Das Vestibulärsystem 4 Informationsverarbeitung beim Menschen Neuronale Informationsverarbeitung Mentales Entscheidungsverhalten 5 Informationsausgabe beim Menschen Koordination der Willkürmotorik Manuelle Regelung 6 Ergonomische Bewertung von Mensch-Maschine-Schnittstellen Gestaltungsrichtlinien 7 Bewertungsverfahren für MMS Kriterienorientierte Evaluierung Prüfverfahren und Befragungen 8 Durchführung empirischer Untersuchungen Funktionsmodelle Versuchsplanung 9

	Statistische Versuchsauswertung Simulative Bewertung Aufbau von Mensch-Maschine-Modellen 10 Mensch-Maschine-Systemtechnik Zuverlässigkeit und Verlässlichkeit von MMS Zuverlässigkeit technischer Systemkomponenten 11 Menschliche Handlungszuverlässigkeit und Fehlerverhalten Probabilistische Sicherheitsanalysen Verlässlichkeit 12 Dynamische Systeme Manuell geregelte Systeme Benutzergerechte Automatisierung 13 Assistenzsysteme Assistenzfunktionen für Dialogsysteme Assistenzsystem für Dynamische Systeme
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: # Die Studierenden kennen die Grundbegriffe aus den Bereichen Anthropotechnik und Mensch-Maschine-Systeme und sind in der Lage Gestaltungsgrundsätze beim Design von Mensch-Maschine-Schnittstellen für Fahrzeug- und Prozessleitsysteme anzuwenden. # Die Studierenden haben die Funktionsweise der menschlichen Wahrnehmung verstanden. Ebenso kennen sie regelungstechnische Besonderheiten des Systems Mensch-Maschine und sind fähig, diese Erkenntnisse zur Analyse und Bewertung der Ergonomie von gegebenen Mensch-Maschine-Schnittstellen anzuwenden. # Die Studierenden kennen verschiedene Bewertungsverfahren und sind damit in der Lage Evaluationen von Mensch-Maschine-Systemen selbstständig zu planen und durchzuführen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): # Die Studierenden sind fähig komplexere Fragestellungen methodisch zu analysieren, zu bewerten und eigene innovative Ideen zur Optimierung herzuleiten. # Die Studierenden können abstrakte Konzepte kritisch hinterfragen und auf aktuelle Problemstellungen übertragen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Skript zur Vorlesung und Übung.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jürgen Roßmann
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Anthropotechnik in der Fahrzeug- und Prozessführung (601048901)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Anthropotechnik in der Fahrzeug- und Prozessführung	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Anthropotechnik in der Fahrzeug- und Prozessführung	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Computational Systems Biotechnology (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011673
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Einführung in die Begrifflichkeit der Systembiologie, Stöchiometriebasierte Modellierung in der Systembiologie: Begrifflichkeit, Strukturelle Modellierung biochemischer Netzwerke, Nullraum-Analyse, Elementarmoden, Flussbilanzanalyse, Netzwerk-Thermodynamik, metabolische Stoffflussanalyse. Anwendungen in Metabolic Engineering und Synthetischer Biologie
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Grober Überblick über Begrifflichkeit und Anwendungsgebiete der Systembiologie • Verständnis des Konzepts stöchiometriebasierter Methoden • praktische Durchführung wesentlicher Analysemethoden (Freiheitsgrad-Bestimmung, Flux Balance Analysis, Elementarmoden, Netzwerk-Thermodynamik) an einfachen Beispielen • Verständnis des Konzepts der metabolischen Stoffflussanalyse Nicht fachbezogene Lernziele: • integrierte Nutzung computergestützter Werkzeuge in der Systembiologie • Einblick in interdisziplinäre Projektarbeit
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Generell können fehlende Grundkenntnisse anhand von Lehrmaterialien in der Vorbereitungsphase nachgeholt werden. Mathematische Grundkenntnisse in Linearer Algebra auf dem Niveau der Grundvorlesung Computational Biotechnology im Studiengang Biotechnologie. MATLAB-Grundkenntnisse: Kommandozeile, Grundbefehle, Matrizen, einfache Skripte Biochemische Grundkenntnisse: Enzym- und Transportkinetik, Gleichgewichtsthermodynamik Grundkenntnisse über zentrale Stoffwechsel-Netzwerke: Glykolyse, Penthosephosphatweg, Zitronensäurezyklus, Anaplerosis, Oxidative Phosphorylierung, Aminosäuresynthesewe
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Generell können fehlende Grundkenntnisse anhand von Lehrmaterialien in der Vorbereitungsphase nachgeholt werden. • Mathematische Grundkenntnisse in Linearer Algebra auf dem Niveau der Grundvorlesung „Computational Biotechnology“ im Studiengang Biotechnologie. • MATLAB-Grundkenntnisse: Kommandozeile, Grundbefehle, Matrizen, einfache Skripte • Biochemische Grundkenntnisse: Enzym- und Transportkinetik, Gleichgewichtsthermodynamik • Grundkenntnisse über zentrale Stoffwechsel-Netzwerke: Glykolyse, Penthosephosphatweg, Zitronensäurezyklus, Anaplerosis, Oxidative Phosphorylierung, Aminosäuresynthese
Literatur	• Palsson B: Systems Biology: Properties of Reconstructed Networks: Cambridge University Press; 2006. • Weitere Literatur, Vorlesungsfolien, MATLAB-Programme werden zur Verfügung gestellt • Klipp E. et al.: Systems Biology - A textbook: Wiley 2009
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Korrekte Bearbeitung der Hausaufgaben, die zwischen den Einführungsvorlesungen und der Blockwoche zu bearbeiten sind (20%) • abschließende 30-minütige mündliche Einzelprüfung zum Stoff der Vorlesung (80%)

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang Wiechert
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündliche Prüfung Computational Systems Biotechnology (401167301)	2. Semester	1. Semester	7	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Computational Systems Biotechnology	2. Semester	1. Semester	-	5

Modultitel	Planung und Betrieb von Elektrizitätsversorgungssystemen (Wahlpflichtfach)
Kennung	6011236
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor
Inhalt	Das Modul bietet einen Einblick in Methoden der Netzplanung und des operativen Systembetriebs. Hierbei werden folgende Schwerpunkte behandelt: # Aufbau und Struktur der Elektrizitätsversorgung # Wirtschaftlichkeitsberechnung von Kraftwerken und elektrischen Netzen # Versorgungszuverlässigkeit # Engpassbehebung # Leistungs-Frequenzregelung # Spannungsblindleistungsoptimierung # Spannungshaltung in Verteilnetzen # Einführung in die Erdgasversorgung # Gasflussrechnung
Lernziele/Lernergebnisse	Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, Kosten von Komponenten der Energieversorgung durch Methoden der Annuitäts- und Kapitalwertrechnung zu ermitteln und die Zuverlässigkeit elektrischer Netze mittels Kombinationsverfahren und Abbildung von Markoff-Prozessen zu berechnen. Weiterhin sind die Studierenden in der Lage, netzbetriebliche Fragestellungen, wie Regelkonzepte für eine Leistungs-Frequenzregelung zu beantworten. Ebenso sind nach erfolgreicher Teilnahme die Studierenden in der Lage, die zielgerichtete Steuerung von Leistungsflüssen durch Eingriffe des Netzbetreibers sowie Analogien zwischen Strom- und Gasnetzen zu verstehen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	# Kenntnisse und Kompetenzen aus den Modulen Schaltungstechnik 1, Grundgebiete der Elektrotechnik 3 und 4
Literatur	# Happolt-Oeding, Elektrische Kraftwerke und Netze, Springer Verlag; # Cerbe, Grundlagen der Gastechnik, Hanser Verlag
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur (90 Minuten)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Albert Moser
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	90
Gesamtstunden (h)	120,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Planung und Betrieb von Elektrizitätsversorgungssystemen (601123601)	1. Semester	2. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung und Übung Planung und Betrieb von Elektrizitätsversorgungssystemen	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Hypersonic Flight: Computational Propulsion Design (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011676
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Inhalt der Vorlesung ist der Scramjet, ein luftatmendes Hyperschallantriebssystem für zukünftige Raumtransportsysteme. Die Fragestellungen des Scramjet-Antriebs liegen überwiegend im Bereich der Aerothermodynamik, wodurch der Scramjet ein interessantes Inhalt und anspruchsvolles Anwendungsgebiet für die Strömungssimulation ist. Anhand des Scramjet werden wichtige Unterpunkte der Simulation erarbeitet, wie z.B. die physikalische Modellierung, die Gittergenerierung, Lösungsansätze verschiedener Komplexitätsgrade, Randbedingungen, Validierung und Verifizierung der Ergebnisse etc.. Dabei steht das Gesamtdesign des Antriebsystems der numerischen Simulation als Leitkonzept voran: Fragen nach dem Wirkungsgrad einzelner Triebwerkskomponenten und den Einsatzberiech des Antriebs müssen mit Hilfe von Simulationstechniken beantwortet werden.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Verständnis der grundlegenden Funktionsweise eines Scramjetantriebs sowie der spezifischen Problematiken eines luftatmenden Hyperschallantriebsystems, praxisbezogene Anwendung verschiedener Simulations- und Auslegungswerkzeuge zur Erstellung eines Gesamtdesign eines Scramjetantriebs (z.Bsp. Charakteristikenverfahren für Einlauf und Düse, 1 D Verbrennungsmodell, 3D Strömungssimulationen etc.) Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: " Grundlagen in numerischen Methoden (z.B. durch die Vorlesung/Vorlesungsreihe Simulationstechnik für Machienenbauer bzw. CES), Grundlagen in Aerodynamik und Gasdynamik Empfohlene Voraussetzungen: " Programmiererfahrun
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • Grundlagen in numerischen Methoden (z.B. durch die Vorlesung/Vorlesungsreihe Simulationstechnik für Machienenbauer bzw. CES), Grundlagen in Aerodynamik und Gasdynamik Empfohlene Voraussetzungen: • Programmiererfahrung
Literatur	• E.T. Curran, S.N.B. Murthy, "Scramjet Propulsion", Progress in Astronautics and Aeronautics, Vol. 189, AIAA, 2001 • E.H. Hirschei, "Basics of Aerothermodynamics", Springer, 2005
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• 1 Mündliche Prüfung Die Endnote ergibt sich aus der Note der mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Marek Behr Ph. D. Dr.-Ing. Birgit Reinartz M. Sc.
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Hypersonic Flight: Computational Propulsion Design (401167601)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Hypersonic Flight: Computational Propulsion Design	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Biomechanikseminar (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010852
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	An den experimentellen Einrichtungen des Biomechaniklabors sollen Experimente entworfen und durchgeführt werden. Hierzu ist die Diskussion mit den wissenschaftlichen und technischen Mitarbeiter/innen des Instituts für Allgemeine Mechanik über den wissenschaftlichen Hintergrund erforderlich. Die Studierenden sollen in Laborübungen zur Lösung wissenschaftlicher Fragestellungen in der experimentellen Biomechanik angeleitet werden. Hierbei wird eine Betonung auf bildgebenden Verfahren liegen.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Messtechnik • Experimentelle Biomechanik • Kenntnisse über Hart- und Weichgewebestrukturen • Visualisierung mittels Mikro-CT Nicht fachbezogene Lernziele: • Projektarbeit • Gruppenarbeit
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundkenntnisse der Anatomie und Biologie
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundkenntnisse der Anatomie und Biologie
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Referat/Vortrag • Hausaufgaben Die Note ergibt sich aus dem Referat/Vortrag.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr.-Ing. Marcus Stoffel Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	1
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	30,0
Präsenzstunden (h)	15,0

Selbststudium (h)	15,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündliche Prüfung Biomechanikseminar (401085201)	2. Semester	1. Semester	1	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Biomechanikseminar	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	From Molecular to Continuum Physics II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012554
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• An Overview of Statistical Mechanics • Lattice Models • From Lattices to Molecules • Discrete interactions, statics, and modeling • Thermodynamics and averaging • Phase field modeling • Continuum mechanics • Kinematics • Balance laws and constitutive equations • Finite-element methods
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Have an introduction to basic atomistic, mesoscopic, and continuum methods. • The combination of this and the previous lecture should give a fair understanding of difficulties and concepts for solutions associated with multiscale problems of all sorts of materials science applications. Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc): Achieve abilities to rely on mathematical formulations rather than on standard intuitions when making quantitative predictions. Lernziele
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	recommended: " Module From Molecular to Continuum Physics I
(empfohlene) Voraussetzungen	recommended: • Module *From Molecular to Continuum Physics I*
Literatur	• Tadmor and Miller, "Modeling Materials." Cambridge University Press, New York • Miller, Tadmor, and Elliott, "Continuum Mechanics and Thermodynamics." Cambridge University Press, New York
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The final grade will be the grade of the final exam. The form of the exam depends on the semester (in summer semester, a written exam is planned; for the winter semester, an oral exam is planned because of the smaller number of registrants).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. Julia Kowalski
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung From Molecular to Continuum Physics II (401255401)	2. Semester	1. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung From Molecular to Continuum Physics II	2. Semester	1. Semester	-	3
Übung From Molecular to Continuum Physics II	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Internationales Patent-, Marken- und Geschmacksmusterrecht (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011554
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	In der Vorlesung werden neben wichtigen Internationalen Patentrechtlichen Regelungen im besonderen Maße der Schutz technischer Erfindungen, des industriellen Designs sowie von Kennzeichnungen für Waren oder Dienstleistungen (Marken) ausführlich dargestellt. Hierbei werden insbesondere auch strategische Aspekte für einen umfangreichen Produktschutz vorgestellt. Die Vorlesung ist daher vor allem für diejenigen von Vorteil, die eine leitende Position in einem Unternehmen anstreben, denn hier wird ein Verständnis der (insbesondere europäischen) Schutzmechanismen vermittelt, um dann die in diesem Umfeld erforderlichen Entscheidungen später leichter treffen zu können. In der Übung wird der Stoff der Vorlesung anhand von praxisnahen Fallgestaltungen in Vortrag und Diskussion aktualisiert und vertieft.
Lernziele/Lernergebnisse	fachbezogen • siehe Inhalt
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	empfohlen: " Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechts
(empfohlene) Voraussetzungen	empfohlen: • Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechts
Literatur	Skript zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung oder eine schriftliche Klausur. (je nach Teilnehmerzahl)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Internationales Patent-, Marken- und Geschmacksmusterrecht (401155401)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Internationales Patent-, Marken- und Geschmacksmusterrecht	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Internationales Patent-, Marken- und Geschmacksmusterrecht	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Softwareentwicklung in der Medizintechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011672
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Vermittelt werden die gesetzlichen Anforderungen an die Softwareentwicklung in der Medizintechnik, welche an praktischen Beispielen in den Übungen umgesetzt werden. Dabei werden alle Teile des Software-Lebenszyklus von der Anforderungsanalyse über das Software-Design bis hin zur Implementierung und Verifikation behandelt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in Methoden der Risikoanalyse und -Beherrschung.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: die Studierenden kennen im Bereich der Softwareentwicklung in der Medizintechnik - gängige Anwendungsfelder - mögliche Entwicklungsprozesse - aktuelle gesetzliche Anforderungen - Risiken, die von der Software und dem verwendeten Softwareentwicklungsprozess ausgehen können - Methoden zur Risikobewertung und zur Risikobeherrschung Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden besitzen ein Verständnis für die Risiken, die von dem Softwareentwicklungsprozess ausgehen und beherrschen Methoden, die Risiken zu analysieren und zu minimieren. Sie sind in der Lage, einen geeigneten Entwicklungsprozess für den gesamten Lebenszyklus der Software anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage, die Software zu entwerfen, in C++ zu implementieren und dabei Methoden der Risikoanalyse (FMEA/FTA) und des Qualitätsmanagements (u.a. SVN) anzuwenden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: Kenntnisse in Objektorientiertem Softwaredesign Empfohlene Voraussetzungen: Erfahrungen in einer objektorientierten Programmiersprache (JAVA, C/C++, C#,...)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Kentnisse in Objektorientiertem Softwaredesign Erfahrungen in einer objektorientierten Programmiersprache (JAVA, C/C++, C#,...)
Literatur	Folien zur Vorlesung und Übungsblätter Empfohlene weiterführende Literatur: Normen:IEC 62304 W. Niederlag, H.U. Lemke, G. Strauss, H. Feussner: Der digitale Operationssaal. 2.Auflage, De Gruyter Verlag 2014
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endote ergibt sich aus der Benotung der Projektarbeit (70%) und des Kolloquiums (30%).
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Dr.-Ing. Matías de la Fuente Klein
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung (Vortrag) Softwareentwicklung in der Medizintechnik (40116721)	1. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung (Praktikum) Softwareentwicklung in der Medizintechnik	1. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Softwareentwicklung in der Medizintechnik	1. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Plastizitätstheorie und Bruchmechanik (Wahlpflichtfach)
Kennung	3013295
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Plastizitätstheorie und Bruchmechanik: Diskussion des plastischen Verhaltens metallischer Werkstoffe im eindimensionalen Versuch; Mehraxialer Spannungs- und Verzerrungszustand, Hauptspannungen, Invarianten; Prinzipien der von Mises-Plastizitätstheorie: Fließbedingung, Evolutionsgleichungen, Kuhn-Tucker Bedingungen, Elasto- und Viskoplastizität, isotrope und kinematische Verfestigung; Numerische Behandlung der Evolutionsgleichungen anhand expliziter und impliziter Verfahren; Algorithmische Umsetzung des plastischen Stoffgesetzes im Rahmen der Finite-Elemente-Methode, Bemessungskriterien in der Bruchmechanik, Griffith-Theorie; Praktikum zum Selbstrechnen; Umgang mit kommerziellen FE-Programmen
Lernziele/Lernergebnisse	Plastizitätstheorie und Bruchmechanik: Verständnis des plastischen Verhaltens metallischer Baustoffe; Kenntnisse über die Formulierung eines plastischen Materialmodells; Verständnis der numerischen Umsetzung und Einbindung des plastischen Materialgesetzes in die Finite-Elemente-Methode; Sicherer Umgang in der Anwendung der Finite-Elemente-Methode; Kenntnis der Grundlagen der Bruchmechanik
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Zulassungsvoraussetzung zur Teilnahme an der Klausur: bestandenes Rechnerpraktikum
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Plastizitätstheorie und Bruchmechanik: Khan, Huang: Continuum Theory of Plasticity, Wiley, New York; Gross, Seelig: Bruchmechanik, Springer-Verlag;
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Benotete Klausurarbeit. Es gibt keine Voraussetzng für die Teilnahme an der Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworliche: Universitätsprofessorin Dr.-Ing. Stefanie Reese
ECTS Credits	10
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	300,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	225,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Plastizitätstheorie und Bruchmechanik (301329501)	2. Semester	1. Semester	10	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Plastizitätstheorie und Bruchmechanik	2. Semester	1. Semester	-	5

Modultitel	Computational Systems Biotechnology 2 (Wahlpflichtfach)
Kennung	4016359
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Lehrveranstaltung befasst sich mit der dynamischen Modellierung biochemischer Netzwerke mit möglichen Anwendungen in der Systembiologie, Enzymtechnologie und Bioprozesstechnik. Im Zentrum steht die generelle Problematik und Methodik der Modellierung komplexer biologischer Prozesse. Diverse Analysewerkzeuge wie Systemlinearisierung, Sensitivitätsanalyse, Kontrolltheorie oder Parameter-Bestimmtheitsanalyse werden in diesem Kontext vermittelt und an einfachen Beispielen praktisch geübt
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Struktur typischer biochemischer Netzwerke (Metabolismus, Genregulation, Signalkaskaden) • Beschreibung des dynamischen und stationären Verhaltens biochemischer Netzwerke • Ansätze zur approximativen Beschreibung der Kinetik und Thermodynamik biochemischer Reaktionen • Analyse des dynamischen Verhalten • Quasi-Steady-State-Approximationen und Modellvereinfachungsansätze • Sensitivitätsanalyse, Parameterschätzung und metabolische Kontrolltheorie • verfügbare Simulationswerkzeuge und systembiologische Standards • Problematik der Modellierung großer Netzwerke in der Praxis Fertigkeiten und Kompetenzen: • systematisches Aufstellen von Modellgleichungen für biochemische Netzwerke • Informationsbeschaffung zur Parametrierung von Modellen • Kenntnis bzw. Bedienung wesentlicher Simulationswerkzeuge für biochemische Netzwerke • Analyse des dynamischen Verhaltens eines Netzwerks mittels Simulation und Eigenwertanalyse • Verständnis und Anwendung von Quasi-Steady-State-Annahmen • Durchführung verschiedener Linearisierungsansätze (Systemlinearisierung, Parameter/ Startwertsensitivitäten) • Interpretation von Sensitivitäten, Kovarianzen und Kontrollkoeffizienten Sonstiges (fakultativ): • interdisziplinäres Arbeiten im Grenzbereich Ingenieurwissenschaften / Biologie
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: "mathematische Grundvorlesungen (Lineare Algebra, Analysis) "Grundkenntnisse der Biochemie (Enzyme) "MATLAB Grundkenntnisse "Fehlende Voraussetzungen zu biochemischen Reaktionsnetzwerken und Zellbiologie werden im Rahmen der Lehrveranstaltung über kurze Brückenkurse bzw. Material zum Eigenstudium nachgeholt. Darunter auch: "Grundlagen der Zellbiologie einzelliger Organismen (Bakterien, Hefen) "grundlegende Stoffwechselnetzwerke (Glykolyse, Zitratzyklus) "Grundmechanismen der Genregulation
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • mathematische Grundvorlesungen (Lineare Algebra, Analysis) • Grundkenntnisse der Biochemie (Enzyme) • MATLAB Grundkenntnisse

	Empfohlene Voraussetzungen: • Fehlende Voraussetzungen zu biochemischen Reaktionsnetzwerken und Zellbiologie werden im Rahmen der Lehrveranstaltung über kurze Brückenkurse bzw. Material zum Eigenstudium nachgeholt. Darunter auch: • Grundlagen der Zellbiologie einzelliger Organismen (Bakterien, Hefen) • grundlegende Stoffwechselnetzwerke (Glykolyse, Zitratzyklus) • Grundmechanismen der Genregulation
Literatur	Veranstaltungsliteratur: • Palsson B. Systems Biology: Simulation of Dynamic Network States. Cambridge University Press 2011 • Weitere Literatur, Vorlesungsfolien, MATLAB-Programme werden zur Verfügung gestellt Empfohlene weiterführende Literatur: • Heinrich R, Schuster S. The Regulation of Cellular Systems. Chapman & Hall 1996. • Szallasi Z, Stelling J, Periwal V. System Modeling in Cellular Biology. Bradford Books 2006. • Klipp E. et al. Systems Biology - A Textbook. Wiley 2009. • Kremling A. Systems Biology: Mathematical Modeling and Model Analysis. CRC Press 2013.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 20% aus der Bearbeitung der Hausaufgaben zwischen den Einführungsvorlesungen und der Blockwoche und zu 80% aus einer abschließenden mündliche Einzelprüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang Wiechert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computational Systems Biotechnology 2 (401635901)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Computational Systems Biotechnology 2	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Computational Systems Biotechnology 2	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of Oxygen and Carbon Dioxide (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010858
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Clean Coal Technologies in Power Sector, Carbon Capture and Storage (CCS) options and their potentials • Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC): Towards zero emission power plants • Industrial Entrained Flow Coal Gasifiers. Designs and principles of operation • IGCC Power Plants with CCS • Coal gasification with subsequent polygeneration. The CtX path • Oxycoal firing Power Plant, Design and principles of operation • Oxycoal firing plants with CCS • Simulation of coal combustion/gasification processes. Modelling approaches • Oxygen production. Air separation units (ASU) in Oxycoal and coal gasification plants. Cost of oxygen production and its impact on the overall process efficiency
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Oxycoal-Verbrennung: Grundlagen und Technik • Feststoffvergasung: Grundlagen und Technik • Simulationen von Feststoffvergasungsprozessen Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: " Wärme- und Stoffübertragung " Strömungsmechanik " Thermodynamik Empfohlene Voraussetzungen: " Technische Verbrennung " Wärmeüberträger und Dampferzeuger
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • Wärme- und Stoffübertragung • Strömungsmechanik • Thermodynamik Empfohlene Voraussetzungen: • Technische Verbrennung • Wärmeübertrager und Dampferzeuger
Literatur	• Handouts • Toporov, D. Combustion of Pulverised Coal in a Mixture of Oxygen and Recycled Flue Gas, Elsevier, 2014
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung. Die Endnote ergibt sich aus der Note der mündlichen Prüfung.

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr.-Ing. Dobrin D. Toporov Universitätsprofessor Dr.-Ing. Reinhold Kneer
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündliche Prüfung Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of Oxygen and Carbon Dioxide (401085801)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of Oxygen and Carbon Dioxide	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Modellprädiktive Regelung Energietechnischer Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017429
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 Einführung in die Modellbasierte Regelung von energietechnischen Systemen 2 Übersicht Modellbasierter Regelungskonzepte 3 Physikalische Modellbildung 4 Black-Box Modellierung 5 Grundlagen Optimierung 6 Lineare Modellprädiktive Regelung – Ohne Beschränkungen 7 Lineare Modellprädiktive Regelung – Mit Beschränkungen 8 Nichtlineare Modellprädiktive Regelung – Nichtlineare Programme 9 Nichtlineare Modellprädiktive Regelung – Diskretisierungsverfahren 10 Formulierung der Optimierungsproblems 11 Regelung von Verbrennungsmotoren 12 Regelung von Gasturbinen 13 Regelung von Brennstoffzellen
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Regelung von energietechnischen Systemen stellt sehr hohe Anforderungen an die verwendete regelungstechnische Methode sowohl auf Grund des stark nichtlinearen Systemverhaltens als auch der Notwendigkeit zur Berücksichtigung von inhärenten Totzeiten sowie Beschränkungen der Stell- und Ausgangsgrößen. Konventionelle Regelungskonzepte können die hohen Anforderungen an die Regelgüte, die zur Gewährleistung der strengen Vorschriften, z.B. hinsichtlich Emissionen, notwendig sind, nicht einhalten. Modellprädiktive Regelungen bieten dahingegen die Möglichkeit die Anforderungen systematisch berücksichtigen zu können und können eine hohe Regelgüte über den kompletten Betriebsbereich sicherstellen. Die Studierenden kennen die Limitierungen von konventionellen Regelungskonzepten sowie die Anwendungsgebiete für Modellprädiktive Regelungen. Zudem kennen die Studierenden: - die Grundlagen der linearen Modellprädiktiven Regelung, - die Grundlagen der nichtlinearen Modellprädiktiven Regelung, - die Einführung in die Regelung energietechnischer Systeme, - die Methoden zur Modellbildung komplexer Prozesse, - sowie die Methoden zur Reglerauslegung komplexer Prozesse. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden können komplexe, nichtlineare Prozesse mit hohen Anforderungen an die Regelung klassifizieren und analysieren. Darüber hinaus sind Sie in der Lage zu entscheiden, ob konventionelle

	Regelungsmethoden ausreichend sind oder ob der Einsatz der Modellprädiktiven Regelung Vorteile bietet. Außerdem können die Studierenden die Modellprädiktive Regelung implementieren. Hierzu gehört die Entwicklung maßgeschneiderter Optimierungsaufgaben für die jeweils betrachtete Anwendung, mit denen die regelungstechnischen Anforderungen abgebildet werden. Darüber hinaus sind Sie fähig, geeignete Optimierungsmethoden auszuwählen um eine Echtzeitimplementierung auch bei harten Anforderungen an die Echtzeitfähigkeit realisieren zu können. Für ausgewählte Prozesse können Studierende das Prozessverhalten beurteilen und sind in der Lage diese mit Hilfe von mathematischen Modellen zu beschreiben und zu analysieren. Aufbauend auf diesen Modellen können die Studierenden das passende Regelungskonzept auswählen. Die Studierenden sind in der Lage sowohl die Modellierung als auch die Regelung mit Hilfe von modernen Soft- und Hardware-Tools wie Matlab/Simulink umzusetzen. Sonstige: Die Studierenden können im Rahmen der Übung im Team Übungsaufgaben lösen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: - Regelungstechnik - Höhere Regelungstechnik oder Rapid Control Prototyping - Verbrennungskraftmaschinen I oder Verbrennungskraftmaschinen II - Technische Verbrennung
Literatur	Veranstaltungsliteratur: Vorlesungsfolien Empfohlene weiterführende Literatur: - Abel: Regelungstechnik (Umdruck zur Vorlesung) - Maciejowski: Predictive Control with Constraints - Pischinger: Verbrennungskraftmaschinen I + II
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dirk Abel
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Modellprädiktive Regelung Energietechnischer Systeme (401742901)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Modellprädiktive Regelung Energietechnischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	2
Modellprädiktive Regelung Energietechnischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Mechanics of Soft Engineering Materials: Rubbers, Textiles and Non-Crimp Fabrics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011569
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Chemical Structure and Composition of Elastomers: natural rubber, synthetic rubbers, rubber vulcanization • Mechanical Properties of Elastomers and their Phenomenological Models: non-linear stress-strain response, incompressibility or slight compressibility, experimental study and strength hypothesis, stress softening, Mullins effect, permanent set and induced anisotropy • Molecular-Statistical Basis of Rubber Elasticity: freely jointed chain model, freely rotating chain model, random walk theory, free energy of an ideal chain and affine network of ideal chains, finite extensibility of chains, Langevin model • Micro-Mechanics of Filled Elastomers: micro-mechanically based hyperelastic models, Mullins effect and permanent set, induced anisotropy and permanent set, hysteresis, strain induced crystallization • Mechanics of Textiles and Non-Crimp Fabrics: experimental characterization, draping properties, phenomenological models, modeling inelastic effect in textiles and non-crimp fabrics
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Understanding of chemical structure and composition of elastomers from the engineering point of view, their connection to mechanical properties, the role of fillers • Fundamentals of statistical mechanics in application to rubber networks • Experimental methods in application to rubber, textile composites and non-crimp fabrics • Learning how to model elastomers under large strains by taking into account their molecular structure • Learning how to model draping properties of textiles and non-crimp fabrics and how to predict their defects under large strains.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Required: - Recommended: • Continuum Mechanics • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I
Literatur	Lecture notes (script)
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The final mark is the mark of the oral exam.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	3

Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Mechanics of Soft Engineering Materials (401156901)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Mechanics of Soft Engineering Materials	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Identification and Control of Mechatronic Systems (Wahlpflichtfach)
Kennung	6017144
Version	v1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Identifikation dynamischer Systeme: grafische Verfahren, Ermittlung aus Bode-Diagramm und Sprungantwort, Methode der kleinsten Quadrate, Anregungsfunktionen • Digitale Regelsysteme: Stabilität digitaler Systeme (Schur-Cohn-Jury- und Hurwitz-Kriterium), Kompensationsregler (Dead-Beat Controller) • Methoden der Fehlerdiagnose: Merkmalsextraktion, Signalbasierte Verfahren, Modell-basierte Verfahren (Parameterschätz-Verfahren und weighted Least Squares, Zustandsschätzverfahren, Parity-Space-Methode), Merkmalsklassifikation, Grundlagen der Klassifikation, Bayes-Klassifikator • Simulation mechatronischer Systeme: Simulation im Zustandsraum (Analogrechner), Verfahren zur digitalen Simulation (numerische Integrationsverfahren), Matrix-Exponentialverfahren, Zeitdiskrete Modellierung linearer Systeme • Adaptive Regelsysteme: Gain Scheduling, Self-tuning Regulators, Model-based Adaptive Control • Rapid Control Prototyping: Der V-Zyklus als Entwicklungsszenario, Hardware- und Software-in-the-loop, V-Zyklus für mechatronische Systeme
Lernziele/Lernergebnisse	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, • Methoden der experimentellen Modellierung dynamischer Systeme zu verstehen. • Kenntnisse über verschiedene Reglertypen abzurufen und auf unterschiedliche Prozesse anzuwenden. Zusätzlich erlernen die Studierenden die Fähigkeit, das CAE Tool Matlab/SIMULINK zur Lösung regelungstechnischer Probleme einzusetzen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Systemtheorie 1 und 2 (oder ähnlich umfassende Einführungsveranstaltung in Regelungstechnik), Es wird ausdrücklich empfohlen, vorher die Veranstaltung Mechatronische Systeme 1 belegt zu haben.
Literatur	• R. Isermann, 'Mechatronische Systeme', 2. Auflage, Springer Verlag, Heidelberg, 2008. • C.W. de Silva, 'Mechatronics - an integrated Approach', CRC Press, Boca Raton, FL, 2005. • R.H. Bishop (ed.), 'Mechatronics - an Introduction', CRC Press, Boca Raton, FL, 2006. • B. Heimann, W. Gerth und K. Popp, 'Mechatronik: Komponenten - Methoden - Beispiele', 3. Aufl., Carl Hanser Verlag, München, 2007. • R. Isermann, 'Digitale Regelsysteme 1 und 2', 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, 1988. • K. J. Aström and B. Wittenmark, 'Adaptive Control', 2nd ed., Dover Publications, Mineola, NY, USA, 2008. • O. Nelles, 'Nonlinear System Identification', Springer Verlag, Berlin, 1999. • L. Ljung, 'Systems Identification', Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1998. • R. Isermann (Hrsg.), 'Überwachung und Fehlerdiagnose - Moderne Methoden und ihre Anwendungen bei technischen Systemen', VDI Verlag, Düsseldorf, 1994. • VDI-RICHTLINIE 2206 'Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme', 2004.
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	schriftliche Prüfung (90min) oder mündliche Prüfung (30min)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. med. Dr.-Ing. Dr. h. c. (CTU Prag) Klaus Steffen Leonhardt

ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	90
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Identification and Control of Mechatronic Systems (601714401)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture and Exercise Identification and Control of Mechatronic Systems	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Modeling of Mechatronic Systems (Wahlpflichtfach)
Kennung	6017155
Version	v1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Einführung – was ist Mechatronik? Überblick, Motivation, Struktur • Grundlagen der Modellbildung • Systembegriff und Definition • Konstitutive Gleichungen: Erhaltungsgrößen in globalen Bilanzräumen, Zustandsgleichungen, Phänomenologische Gleichungen • Modellbildung mechanischer Systeme: Grundlagen der Mechanik (Kinematik, Kinetik/Dynamik), Newton'sche Gleichungen, Dynamische Modellierung von Maschinenelementen, Feder-Masse-Dämpfer-Systeme, Lagrange-Gleichungen 2. Art • Modellbildung elektrischer Systeme: Grundlagen der Elektrotechnik (Kirchhoff'sche Gleichungen komplex), Dynamische Modellierung von elektronischen Schaltungen, Dynamische Modellierung von Linearaktoren und Antrieben, Lagrange-Gleichungen 2. Art für elektrische und elektromechanische Systeme • Modellierung von thermischen Systemen: Bilanzierung der Energie, Modellierung eines Ausgleichsprozesses, Formale Klassifikation von partiellen Differentialgleichungen • Modellierung von fluidischen Systemen: Hydrostatik, Kontinuitätsgleichung, Hagen-Poiseuille # • Verallgemeinerte Vierpol-Theorie: Grundlage der Vierpoltheorie, Analogiebetrachtungen: mechanische / elektrische / chemische / fluidische / thermische Systeme, Generalisierte Ströme und Potentiale • Robotische Systeme: Einführung, Beschreibung einer seriellen kinematischen Kette, Dynamische Modellierung mit Hilfe der Lagrange-Gleichungen 2. Art
Lernziele/Lernergebnisse	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage • Methoden der theoretischen Modellierung dynamischer Systeme zu verstehen. • in Analogien zu denken und die grundlegenden Gemeinsamkeiten zwischen elektrischen, mechanischen, hydraulischen, pneumatischen, thermischen und medizinischen Systemen zu benennen. • Teilkomponenten integrierter mechatronischer Systeme einheitlich zu analysieren und zu beschreiben. Zusätzlich erlernen die Studierenden die Fähigkeit, das CAE Tool Matlab/SIMULINK zur Modellierung und Identifikation von Systemen einzusetzen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Systemtheorie 1 und 2 (oder ähnlich umfassende Einführungsveranstaltung in Regelungstechnik)
Literatur	• R. Isermann, „Mechatronische Systeme", 2. Auflage, Springer Verlag, Heidelberg, 2008. • C.W. de Silva, „Mechatronics – an integrated Approach", CRC Press, Boca Raton, FL, 2005. • R.H. Bishop (ed.), "Mechatronics – an Introduction", CRC Press, Boca Raton, FL, 2006. • B. Heimann, W. Gerth und K. Popp, „Mechatronik: Komponenten - Methoden – Beispiele", 3. Aufl., Carl
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	schriftliche Prüfung (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. med. Dr.-Ing. Dr. h. c. (CTU Prag) Klaus Steffen Leonhardt
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	90
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Modeling of Mechatronic Systems (601715501)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture and Exercise Modeling of Mechatronic Systems	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Simulationstechnik für Energiesysteme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4022638
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Lecture 1: Introduction and general concepts of modeling and simulation Lecture 2: State Space methods Lecture 3: State Space methods Lecture 4: Topological methods Lecture 5: Topological methods Lecture 6: Equation based (acasual) methods Lecture 7: Equation based (acasual) methods Lecture 8: Computer implementation of simulation solvers Lecture 9: Computer implementation of simulation solvers Lecture 10: Simulation parallelization Lecture 11: Simulation parallelization Lecture 12: Real-Time Simulation and Hardware-In-the-Loop
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and understanding: The course has two main goals. Introduce students to the use of modeling and simulation techniques to support design of energy systems. Provide students with the prerequisites to conduct research in the development of new simulation methods and solvers. Upon successful completion of the class: • The student will understand the advantage and limit of state space and nodal methods for the modeling of energy systems. • The student will understand how modeling and programming choices affect simulation execution time and accuracy. • The student will understand the role of numerical methods selection in the performance of a energy systems simulator • The student will familiarize with modern energy systems through the development of models of energy conversion devices and energy grids Skills and competences: • The student will be able to create and solve physics-based dynamic models of non-linear electrical or electromechanical systems. • The student will be able to evaluate how modeling and programming choices affect simulation execution time and accuracy. • The student will be able to create physics-based dynamic models in a reusable form by using object oriented programming languages. • The student will be able to select and implement appropriate computational methods for the simulation of energy systems

	• The student will be able to implement simulation software using serial and parallel execution methods. • The student will be able to select and use commercial simulation tools on the base of analysis and design requirements.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Basic knowledge of: • Object oriented programming • Parallel programming • Linear systems theory • Numerical linear algebra
Literatur	Material will be provided by the instructor Further recommended literature: F. Cellier, E. Kofman "Continuos Systems Simulation" Springer, ISBN 978-0-387-30260-7
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	-
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing Andrea Benigni
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Simulationstechnik für Energiesysteme (402263801)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Simulationstechnik für Energiesysteme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Übung Simulationstechnik für Energiesysteme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Finite-Elemente-Technologie (Wahlpflichtfach)
Kennung	3014576
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Wiederholung der Grundgleichungen der Mechanik (lineare Elastizitätstheorie); Diskussion der Leistungsfähigkeit verschiedener Finite-Elemente-Formulierungen unter den Aspekten numerische Effizienz und Genauigkeit; Erklärung der Begriffe Locking, Hourglass-Instabilität; Einführung verschiedener, in der Praxis genutzter Finite-Elemente-Technologien zur Verbesserung des Verhaltens der Standard-FEM: Reduzierte Integration mit Hourglass-Stabilisierung, Enhanced-Strain-Methode, B-Bar-Methode; Beispiele aus der Praxis: Strukturen aus Stahl und Stahlbeton; Praktikum zum Selberrechnen, Umgang mit kommerziellen Programmsystemen.
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnis der klassischen Finite-Elemente-Methode; Verständnis der dabei auftretenden Probleme; Kenntnis geeigneter Finite-Elemente-Technologien zur Verbesserung der numerischen Ergebnisse; Sicherheit in der Anwendung der Finite-Elemente-Methode; Sicherer Umgang mit kommerziellen Programmsystemen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Zienkiewicz, Taylor: The Finite Element Method, Butterworth & Heinemann; Belytschko, Liu, Morgan: Nonlinear Finite Element Analysis for Continua and Structures, John Wiley & Sons.
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Benotete Klausurarbeit. Es gibt keine Voraussetzungen für die Teilnahme an der Klausurarbeit.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanie Reese
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktikum Finite-Elemente-Technologie (301457602 2)	2. Semester	1. Semester	0	1
Klausurarbeit (oder mündliche Prüfung) Finite-Elemente-Technologie (301457601 2)	2. Semester	1. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Finite-Elemente-Technologie (2)	2. Semester	1. Semester	-	1
Übung Finite-Elemente-Technologie (2)	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Seminar: Learning-based Control (Wahlpflichtfach)
Kennung	4023501
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The use of machine learning and artificial intelligence has huge potential for building future engineering systems such as autonomous robots, vehicles, or smart infrastructure systems. However, important research challenges have to be overcome to have Al-systems operate in the real world such as the need for safety guarantees, data-efficient methods, and the combination of prior knowledge with data. Learning-based control is a recent and very active area of research that addresses these challenges and broadly denotes the intersection of the areas of automatic control and machine learning. This seminar will introduce you to this active area by studying recent research papers and topics including, for example, Gaussian processes for dynamics and control, (deep) reinforcement leaming, hybrid physics- and databased modeling, and verification for learning-based control. This is an interdisciplinary seminar offered in Mechanical Engineering and Computer Science.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: You will learn about topics of current research in the area af learning-based control. Fertigkeiten und Kompetenzen: You will gain hands-on experience on conducting literature research and scientific study of a current research topic in learning-based control Sonstiges (fakultativ): Participants will study independently and familiarize themselves with a chosen topic in the area of learning-based control (literature study). Each participant writes a paper and gives a presentation on their topic. Paper and topics will be shared and discussed within the seminar group.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Prior knowledge in automatic control or machine learning is recommended.
Literatur	Literature will be distributed after assignment of topics.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written homework (60%) and presentation (40%). Attendance in seminar is mandatory
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantwortlicher: ;Univ.-Prof. Dr. Sebastian Trimpe

ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar: Learning-based Control (402350101)	1. Semester	2. Semester	4	2

Modultitel	Sicherheitsforschung und Zukunftsforschung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4024158
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Das Forschungsfeld der Sicherheitsforschung gewinnt in vielerlei Hinsicht zunehmend an gesellschaftlicher Bedeutung. Obwohl moderne Gesellschaften in Zeiten höchster Sicherheit leben, steigt das individuelle Sicherheitsbedürfnis stetig weiter. Sicherheit kann einerseits als persönliches Gut jedes Menschen gesehen werden, das die Lebensqualität maßgeblich bestimmt. Andererseits spielt Sicherheit eine Schlüsselrolle in der politischen Stabilität und Rechtsstaatlichkeit eines Landes. Verschiedene Faktoren verdeutlichen die zunehmende Wichtigkeit der Sicherheitsforschung: • Konzentration der Bevölkerung in Ballungszentren • wachsende Vernetzung unterschiedlichster Lebensbereiche und –funktionen • Übergang zu einer global vernetzten Informations- und Dienstleistungsgesellschaft • höhere Verwundbarkeit durch Naturkatastrophen, Angriffe und Störungen vielfältiger Art Kernziel der Sicherheitsforschung ist es, die Sicherheit der Bürger*innen zu gewährleisten sowie die Fähigkeit zu entwickeln, Bedrohungen und Gefahren abzuwehren oder zu minimieren bzw. Krisen zu bewältigen. Dafür müssen zuverlässig funktionierende Infrastrukturen (z. B. Versorgungsketten, Verkehrswege, Kommunikations- und Bankensysteme) als Basis moderner Gesellschaften realisiert werden. Die Sicherheitsforschung zielt dabei darauf ab, Verwundbarkeiten rechtzeitig zu erkennen, zu analysieren und Vorschläge bzw. Technologien zur Minderung oder Vermeidung von Risiken zu entwickeln, ohne in Freiheitsrechte einzugreifen. Bei der Frage, mit welchen Technologien diese Fähigkeiten erreicht werden können, spielen die Ingenieurswissenschaften eine entscheidende Rolle. Da Ingenieur*innen maßgeblich an der Gestaltung neuer Technologien beteiligt sind ist es entscheidend, an der Schnittstelle zwischen Sicherheitsforschung und Ingenieurswissenschaften interdisziplinär zusammenzuarbeiten. Das Seminar hat das Ziel, Studierenden der Ingenieurwissenschaften in diesem Sinne die relevanten Grundlagen der Sicherheitsforschung zu vermitteln, um Ingenieur*innen auf entsprechende Aufgaben in der Praxis vorzubereiten. Im Rahmen der Veranstaltung werden zu Beginn die terminologischen Grundlagen sowie verschiedene Konzepte der Sicherheitsforschung erörtert. Auf dieser Grundlage werden Märkte für Sicherheitstechnologien diskutiert sowie die europäische und deutsche Sicherheitsforschung erläutert.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Das Seminar Sicherheitsforschung und Zukunftsforschung stellt eine thematische Ausgliederung der Vorlesung Methoden der Zukunftsforschung – Technologieanalysen dar. Inhalte, die in der Vorlesung nicht tiefergehend behandelt werden können, werden im Rahmen des Seminars aufgegriffen. Die Studierenden lernen grundlegende Fakten, Methoden und Theorien der Sicherheitsforschung (z. B. Kategorien von Gefährdungen, kritische Infrastrukturen, europäisches Sicherheitsforschungsprogramm, Global Risks Report) sowie ihre Terminologie (z. B. innere und äußere Sicherheit) kennen. Auf dieser Basis erlernen die Studierenden die Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Bereichen der Sicherheitsforschung (z. B. Abgrenzung Sicherheit – Risiko – Gefahr). In partizipativen Gruppenübungen wenden die Studierenden das erlernte Wissen an und lernen an praktischen Beispielen, wie Sachverhalte und Problemstellungen im Bereich der Sicherheitsforschung zu analysieren und bewerten sind. Fertigkeiten und Kompetenzen:

	• Einüben partizipativer Arbeitsweisen • Erlernen von Kreativitäts- und Workshoptechniken • Arbeiten in Arbeitsgruppen • Präsentation von Arbeitsergebnissen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Interesse an fachübergreifenden Fragestellungen • Fähigkeit zur Teamarbeit • Spaß an kreativem Denken
Literatur	-
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine Hausarbeit und ein Referat oder ein Referat oder eine Hausarbeit
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael Lauster
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	45,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Sicherheitsforschung und Zukunftsforschung (402415801)	2. Semester	1. Semester	2	2

Modultitel	Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017421
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1) Einführung: Motivation, Marktrelevanz, Übersicht relevanter Verfahren 2) Selective Laser Melting: Verfahrensprinzip, Entwicklung von Prozessstrategien, Qualitäts- und Kostenoptimierung, High Power SLM 3) Laser Metal Deposition: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele 4) Selective Laser Sintering & Stereolithographie: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele 5) Dünnschicht-Verfahren: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele 6) Werkstoffe & Prozesskontrolle: Materialklassen, Eigenschaften & Einsatzgebiete, Materialherstellung und Qualitätssicherung, Qualitätsaspekte in der Additiven Fertigung, Systemtechnik und Prozesssensorik, Steuerung & Regelung von Laserfertigungsprozessen 7) Design for Additive Manufacturing I: Agiles Projektmanagement in der Additiven Fertigung, Erweiterung der CAE Prozesskette, Software AM, AM gerechte Produktentwicklung 8) Design for Additive Manufacturing II: Simulationsgetriebene Designprozesse (Topologieoptimierung, Integration von Gitterstrukturen, Funktionsintegration) 9) Arbeitsvorbereitung I: Jobvorbereitung (Datenkontrolle und Aufbereitung, CAM (SLM vs. LMD), Teileplatzierung & Materialhandling, Arbeitssicherheit und Umwelt. 10) Arbeitsvorbereitung II: Simulation (Schmelzdynamik, Wärmetransport, Gefüge, Spannungen, Gasströmung und Düsenauslegung) 11) Folgeprozesse: Wärmenachbehandlung, Oberflächenfinishing, Hybridanwendungen, Automatisierungskonzepte. 12) Anwendungsfelder und Märkte: Heutige Anwendungsfelder & Erwartete Entwicklungen, Wirtschaftlichkeit, Ggfs. Rechtsfragen 13) Zusammenfassung und Future Trends: Schlüsseleigenschaften der AM- Technologie, Übersicht der physikalischen und digitalen Prozesskette, Ausblick
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: - Die Studierenden kennen die wesentlichen AM-Verfahren sowie deren grundlegenden Eigenschaften und Anwendungen. - Die Studierenden sind in der Lage die AM-Technologien gegenüber konventionellen Fertigungsverfahren abzugrenzen. - Die Studierenden haben Kenntnis über AM-spezifische Konstruktionsregeln sowie simulationsgetriebene Designprozesse. Zudem sind Ihnen die wesentlichen vor- und nachgelagerten Prozessschritte sowie die Wechselwirkungen entlang der digitalen und physischen Prozesskette bekannt.

	- Die Studierenden kennen die wesenllichen Einflussfaktoren auf die wirtschaftliche Anwendbarkeit der AM-Technologie. - Die Studierenden haben Kenntnis über angrenzende Themengebiete, welche mit den heutigen Anwendungsfeldern und den erwarteten Entwicklungen einhergehen. Fertigkeiten und Kompetenzen: - Die Studierenden sind in der Lage Lösungen zu vorgegebenen Fragestellungen selbstständig zu erarbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: - Kenntnisse der Fertigungstechnik - Kenntnisse der Wärme- und Stoffübertragung - Kenntnisse der Lasertechnik
Literatur	Vorlesungsskript, Übungsaufgaben
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Johannes Schleifenbaum
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse (401742101)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Data Driven Foresight - Quantitiative Methoden der Zukunftsforschung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4025605
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Quantitative und daten-getriebene Methoden, welche umfangreiche verfügbaren Datensätze für die Zukunftsforschung nutzbar machen, gewinnen in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung und werden mehr und mehr in der entsprechenden Community angewandt, diskutiert und weiterentwickelt. Diese Lehrveranstaltung wird in das aktuelle Forschungsthema Data Driven Foresight einführen und an den Stand der Forschung heranführen. Neben den Chancen, welche die Nutzung von Daten in diesem Kontext mit sich bringt, sollen auch die Herausforderungen und Grenzen dieses Ansatzes thematisiert werden. Nach einer kurzen Anbindung und Einordnung von Data Driven Foresight in das übergeordnete Thema Zukunftsforschung, werden zunächst die verschiedenen Methoden in diesem Bereich erörtert. Dazu zählen informetrische Ansätze aus dem Bereich der Bibliometrie bzw. Patentometrie, welche die statistische Analyse von Publikations- und Patentdaten für die Zukunftsforschung (speziell die Technologiefrühaufklärung) nutzbar machen. Zusätzlich wird erörtert, wie diese Ansätze für die wissenschaftliche Recherche genutzt werden können. Darauf aufbauend werden Verfahren aus dem Bereich Data Mining, Netzwerkanalysen und des maschinellen Lernens erörtert. Anschließend werden weitere methodische Ansätze aus dem Bereich des Text Minings und der Computerlinguistik erläutert. Außerdem wird erläutert und diskutiert, welche Ansätze existieren und genutzt werden können, um die Daten und Analyseergebnisse zu visualisieren. Die Methoden werden sowohl im Hinblick auf die theoretischen Grundlagen als auch im Hinblick auf die konkrete Anwendung in Projekte, sowie die Interpretation der Ergebnisse, dargestellt und diskutiert
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Im Rahmen der Vorlesung "Data Driven Foresight - Quantitiative Methoden der Zukunftsforschung" erlernen die Studierenden zunächst einen Überblick über die Methodenlandschaft im Bereich quantitativer, daten-getriebener Methoden der Zukunftsforschung. Dazu zählen Methoden aus den folgenden Teilbereichen: 1. Data Mining und Text Mining 2. Bibliometrie, Szientometrie und Patentometrie 3. Maschinelles Lernen 4. Visualisierungen Dabei wird Ihnen auch ein Verständnis vermittelt, wie diese methodischen Ansätze in den Gesamtkontext der Zukunftsforschung eingeordnet werden und in welchen Prozessphasen eines konkreten Foresight- und Innovationsprozesses sie angewandt werden können. Ferner lernen die Studierenden Ansätze der wissenschaftlichen Recherche und das Erschließen neuer (wissenschaftlicher) Themen kennen. Diese wenden Sie beispielhaft im Rahmen einer quantitativen Technologieanalyse zusammen mit einigen der erlernten Methoden aus dem Bereich der quantitativen Methoden der Zukunftsforschung auch an. Auf diese Weise soll erreicht werden, dass die Studierenden nicht nur Technologiethemen hinsichtlich ihres Potenzials bewerten können. Sie sollen damit auch in die Lage versetzt werden, die Einsatzmöglichkeiten, Herausforderungen und Grenzen daten-

	getriebener Methoden in der Zukunftsforschung sowie die Interpretation der Ergebnisse im Kontext der Zukunftsforschung bewerten zu können. Fertigkeiten und Kompetenzen: Aufbauend auf dem erlernten Methodenwissen, entwickeln die Studierenden folgende Fertigkeiten und Kompetenzen im Rahmen dieser Lehrveranstaltung: 1. Recherchekompetenzen: Die Studierenden erarbeiten sich weitgehende Kompetenzen im Bereich der wissenschaftlichen Literaturrecherche und der dazu notwendigen Fertigkeiten. Diese sind sowohl im Bereich der Zukunftsforschung von Bedeutung als auch im Bereich des wissenschaftlichen Arbeitens. 2. Visualisierungskompetenzen: Neben den Grundlagen für die Erstellung von guten Visualisierungen erwerben die Studierenden auch Kompetenzen, wie man geeignete Visualisierungsverfahren auswählt, welche Designaspekte zu beachten sind und wie Visualisierungen in den Gesamtkontext eines Projektes (das sogenannte Story Telling) integriert werden können. Dazu zählt auch die Kompetenz, die Ergebnisse adressatenadäquat zu präsentieren. 3. Die Kompetenz, Daten in einem komplexen Zusammenhang (hier Zukunftsforschung) einzuordnen, zu verstehen und zu interpretieren, stellt den zentralen Punkt dieser Lehrveranstaltung dar. Diese Kompetenzen werden im Rahmen eines kleinen Projektes angewandt werden, so dass Kompetenzen im Bereich der Projektarbeit vertieft werden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: - Interesse an fachübergreifenden Fragestellungen - Interesse an Daten, Visualisierungen, IT-Ansätzen und/oder Programmieren - Spaß an kreativem Denken und projektbezogener Arbeit - Vorlesung Methoden der Zukunftsforschung I&II
Literatur	[1] DUIN, Patrick van der (Hrsg.): Foresight in organizations : Methods and tools. New York NY : Routledge, 2016 (Routldedge Advances in Management and Business Studies) [2] EVERGREEN, Stephanie D. H.: Effective data visualization : The right chart for the right data. Los Angeles : SAGE, 2017 [3] GLÄNZEL, Wolfgang (Hrsg.); MOED, Henk F. (Hrsg.); SCHMOCH, Ulrich (Hrsg.); THELWALL, Mike (Hrsg.) Empfohlene weiterführende Literatur: Es werden während der Veranstaltung bzw. am Ende jedes Termins entsprechende Hinweise gegeben.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Benotung erfolgt durch eine Abschlusspräsentation.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. Michael Lauster
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Data Driven Foresight - Quantitiative Methoden der Zukunftsforschung	1. Semester	keine Semesterempfehlung	3	2

Modultitel	Sustainable Computational Engineering (Wahlpflichtfach)
Kennung	4026630
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Modellentwicklungszyklus (math. Modell, numerische Methode, Verifikation, Validierung) • Modellsystematik und -klassifikation • Python/Jupyter zur Organisation eines Modellierungsworkflows • Vermittlung eines Überblickes über gängige OA Simulationssoftware • Versionskontrolle und kollaborative Softwareentwicklung mit git • Continuous Integration • Container und Docker • Reproduzierbarkeit und Lifecyclemanagement von Simulationsresultaten • Softwarelizenzen • oFAIR Datenmanagement und Lifecycle Management von Daten • gängige Datenbank APIs und Echtzeitanbindung an Datenbanken • reproduzierbare Datenauswertung • Datenlizenzen
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden haben einen Überblick über Methoden der nachhaltigen Entwicklung computergestützter Methoden. Sie kennen die verschiedenen Phasen des Modellentwicklungszyklus‘ inklusive Modellformulierung, Implementation einer numerischen Lösungsstrategie, Verifikation und Validierung und können damit die Entwicklung eines neuen Simulationsmodelles konzeptionell planen. Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis, wie Instrumente der kollaborativen und nachhaltigen Softwareentwicklung angewendet werden können, z.B. git, CE, docker. Sie haben einen Überblick über gängige OA. Sie kennen oFAIR Paradigmen und können Daten entsprechend der Leitlinien organisieren. Sie können Daten- und Softwarelizenzen projektadäquat auswählen. Die Studierenden sind in der Lage einfache Modellierungs- und Datenauswerteworkflows in Jupyter/Python umzusetzen. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Übungen werden im Tandem, bzw. in Kleingruppen kollaborativ bearbeitet und finden im zweiwöchentlichen Turnus alternierend mit einer virtuellen Q&A Stunde statt. Implementatorische Arbeiten werden in Jupyter/Python bearbeitet.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlegende Kenntnisse über Simulationsmethoden, grundlegende Programmierkenntnisse, z.B. in Python
Literatur	Wird bei Start der Vorlesung zur Verfügung gestellt
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Schriftliche Ausarbeitung + Vortrag. Die Note ergibt sich zu 50% aus dem Vortrag und zu 50% aus der schriftlichen Ausarbeitung. Bonuspunkte aus den zweiwöchentlichen Hausaufgaben werden auf

	die Leistungen der schriftlichen Ausarbeitung angerechnet. Die Bonuspunkte machen bis zu 10% der schriftlichen Ausarbeitung aus. Auf die Vortragsnote wirken sie sich nicht aus.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. Julia Kowalski
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Sustainable Computational Engineering (402663001)	2. Semester	1. Semester	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Sustainable Computational Engineering	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Sustainable Computational Engineering	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Künstliche Organe I für Naturwissenschaftler und Ingenieure (Wahlpflichtfach)
Kennung	9026650
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Innerhalb der Vorlesung Künstliche Organe für Naturwissenschaftler und Ingenieure werden die Anatomie und Physiologie verschiedener Organsysteme erklärt und darauf aufbauend die grundlegenden Anforderungen und Auslegung der Künstlichen Organe als technischer Ersatz der nativen Organe gelehrt. In Künstliche Organe I werden Grundlagen im Bereich der Blutströmung und Hämokompatibilität gelegt sowie Medizinprodukte und Therapien zur Unterstützung und zum Ersatz vom Herzen (Stents, Endovaskuläre Prothesen, Herzklappenprothesen, Herzunterstützungspumpen und künstliche Herzen) behandelt. Neben den theoretischen Kenntnissen werden in Gastvorlesungen von klinischen Wissenschaftlern auch die praktische Anwendung der Produkte und Therapien im Klinikalltag gezeigt.
Lernziele/Lernergebnisse	Nach der Vorlesung Künstliche Organe I sind grundlegende anatomische Kenntnisse der Organsysteme Blut und Herz vorhanden. Darauf aufbauend sind die Anforderungen an technische Ersatzsysteme sowie Kenntnisse in der theoretischen und konstruktiven Auslegung solcher Systeme bekannt. Insbesondere wurden Einblicke in aktuelle Medizinprodukte und Forschungsrichtung der benannten Organsysteme gegeben.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisation: Dr. Marion Grande Modulverantwortliche: Prof. Dr. Ulrich Steinseifer, Dr. Sebastian Jansen
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	90
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Künstliche Organe I (902665001)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Künstliche Organe I	2. Semester	1. Semester	-	2
Praktikum Künstliche Organe I	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Software in mobilen Antrieben (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011552
Version	V2_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	In der Vorlesung werden Studenten der Fachrichtung Maschinenbau in die Thematik Funktions- und Softwareentwicklung eingeführt, die für die moderne Antriebsstrangentwicklung unerlässlich, jedoch traditionell in anderen Fachbereichen (Naturwissenschaften, Informatik) beheimatet ist. Startend mit den Systemanforderungen moderner Antriebe werden die notwendigen Entwicklungsaktivitäten, Technologien und Methoden für die nachfolgenden Entwicklungsschritte (Spezifikation, Architekturentwicklung, Implementierung, Test, Abnahme) einzeln erläutert. In der Übung wird der Stoff der Vorlesung anhand von praxisnahen Fallgestaltungen in Vortrag und Diskussion sowie praktischen Anteilen (Erstellung einer Softwarefunktion mit Matlab/Simulink) aktualisiert und vertieft. Die Vorlesung richtet sich an insbesondere Ingenieurinnen und Ingenieure, die Einblick in moderne Antriebsentwicklung gewinnen möchten und sich gegebenenfalls beruflich die Richtung Funktions- und Softwareentwicklung orientieren möchten. Ziel der Vorlesung ist es, das notwendige Basiswissen zu vermitteln, das für die tägliche Arbeit im Beruf erforderlich ist.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: - Verständnis zur Einordnung von Software-Entwicklung in die Antriebsstrangentwicklung - Kenntnis der Software-Entwicklungsaktivitäten und ihrer Beziehungen zueinander - Kenntnis des Stands der Technik und zukünftiger Software-Trends und Herausforderungen - Praktische Erfahrungen zur teamorientierten Software-Entwicklung Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc): - Teamarbeit
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: - keine Empfohlene Voraussetzungen: - Bachelor Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen oder Computational Engineering Sciences
Literatur	Folien zur Vorlesung und Übung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Prüfung (Standard-Notenskala)
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Professor als Juniorprofessor Dr.-Ing. Jakob Andert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Software in mobilen Antrieben (401155201)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Software in mobilen Antrieben	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Vorlesung Software in mobilen Antrieben	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Computer simulation and machine learning for molecular medicine (Wahlpflichtfach)
Kennung	9028764
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2023
Gültig bis	-
Modulniveau	-
Inhalt	* Structure of biomolecules: Structural databases, Methods for structural determination * Molecular Dynamics (MD): Recall of statistical mechanics/Ergodic hypothesis, Periodic boundary conditions, Long-/short-range interactions, Force fields, Thermostat and barostat algorithms, Applications in biology and medicine (Biomolecular stability, Typical biomolecules' interactions, Dynamics, Hot-spots) *Drug Design: Docking, Hit-to-lead optimization * MD and Drug design: Ligand and protein flexibility, Effect of mutations, Free-energy and binding kinetics * Machine Learning (ML) in biomolecular simulations and drug design: ML potentials and collective variables, ML approaches for virtual screening
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and Understanding: * The students are familiar with structure and functions of biomolecules (proteins, DNA, RNA) * The students are conversant in biomolecular force-fields and molecular dynamics simulation * The students understand free energy methods, molecular docking, chemoinformatics for drug design and digital pharmacology * The students become acquainted with HPC-based applications in biophysics and molecular medicine * The students know machine-learning methods for molecular simulations Skills and Competencies: * The students learn to visualize and analyze the structural determinants of biomolecules by using computer graphics codes * The students learn to predict poses and affinities of drugs binding to their target proteins * The students exploit machine-learning approaches to describe pharmacologically relevant processes Others: Team working Presentation
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Recommended Prerequisites: Familiarity with Linux\Unix systems Python programming language Basics in Thermodynamics Basics in Statistical Mechanics Basics in Programming language
Literatur	Own lecture notes "Protein Physics" by Alexei Finkelstein, Oleg Ptitsyn "Computer Simulation of Liquids" by Michael. P. Allen, Dominic J. Tidesley

	"Molecular Modeling - Principles and Applications" by Andrew R. Leach "Deep Learning for Molecules and Materials" by Andrew D. White (https://dmol.pub/intro.html) "Introduction to Machine Learning with Python" by Andreas C. Müller, Sarah Guido
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	A written or an oral exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisation: Medizinische Fakultät Modulverantwortliche: Univ.-Prof. Dr. Giulia Rossetti
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computer simulation and machine learning for molecular medicine (902876401)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Computer simulation and machine learning for molecular medicine	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Computer simulation and machine learning for molecular medicine	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Grundlagen der Computergraphik (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212310
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2007
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Grundlagen der Geometriedarstellung (Polygonnetze, Volumendarstellungen, Freiform Kurven und Flächen), Lokale Beleuchtung (3D Transformationen, Clipping, Rasterisierung, Lighting, Shading), Globale Beleuchtung (Sichtbarkeitsproblem, Schattenberechnung, Ray Tracing, Radiosity), Grundlagen der Bildverarbeitung (Transformationen, Farbkodierung, Bildkompression), Volumen-Rendering.
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnis der wichtigsten Datenstrukturen zur Darstellung von dreidimensionalen Objekten und Szenenbeschreibungen. Fertigkeiten: Erlernen der elementaren Operationen und Methoden zur Transformation eines 3D Modells in ein realistisches zweidimensionales Bild (Rendering-Pipeline). Kompetenzen: Überblick über die zentralen Probleme und deren effiziente Lösungen im Bereich der Computer Grafik.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Kenntnisse über Algorithmen und Datenstrukturen sowie in Linearer Algebra
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundkenntnisse über Algorithmen und Datenstrukturen sowie Lineare Algebra.
Literatur	Tomas Akenine-Möller et al.: Real-Time Rendering (3rd Edition). Taylor & Francis, 2008 | Alan Watt: 3D Computer Graphics (3rd Edition). Addison-Wesley, 1993
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Leif Kobbelt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in die Computergraphik (121231002)	1. Semester	2. Semester	0	3
Prüfung Einführung in die Computergraphik (121231001)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in die Computergraphik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Computational Systems Biotechnology 2 (Wahlpflichtfach)
Kennung	4016359
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Lehrveranstaltung befasst sich mit der dynamischen Modellierung biochemischer Netzwerke mit möglichen Anwendungen in der Systembiologie, Enzymtechnologie und Bioprozesstechnik. Im Zentrum steht die generelle Problematik und Methodik der Modellierung komplexer biologischer Prozesse. Diverse Analysewerkzeuge wie Systemlinearisierung, Sensitivitätsanalyse, Kontrolltheorie oder Parameter-Bestimmtheitsanalyse werden in diesem Kontext vermittelt und an einfachen Beispielen praktisch geübt
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Struktur typischer biochemischer Netzwerke (Metabolismus, Genregulation, Signalkaskaden) • Beschreibung des dynamischen und stationären Verhaltens biochemischer Netzwerke • Ansätze zur approximativen Beschreibung der Kinetik und Thermodynamik biochemischer Reaktionen • Analyse des dynamischen Verhalten • Quasi-Steady-State-Approximationen und Modellvereinfachungsansätze • Sensitivitätsanalyse, Parameterschätzung und metabolische Kontrolltheorie • verfügbare Simulationswerkzeuge und systembiologische Standards • Problematik der Modellierung großer Netzwerke in der Praxis Fertigkeiten und Kompetenzen: • systematisches Aufstellen von Modellgleichungen für biochemische Netzwerke • Informationsbeschaffung zur Parametrierung von Modellen • Kenntnis bzw. Bedienung wesentlicher Simulationswerkzeuge für biochemische Netzwerke • Analyse des dynamischen Verhaltens eines Netzwerks mittels Simulation und Eigenwertanalyse • Verständnis und Anwendung von Quasi-Steady-State-Annahmen • Durchführung verschiedener Linearisierungsansätze (Systemlinearisierung, Parameter/ Startwertsensitivitäten) • Interpretation von Sensitivitäten, Kovarianzen und Kontrollkoeffizienten Sonstiges (fakultativ): • interdisziplinäres Arbeiten im Grenzbereich Ingenieurwissenschaften / Biologie
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: Generell können fehlende Grundkenntnisse anhand von Lehrmaterialien in der Vorbereitungsphase nachgeholt werden. " Mathematische Grundkenntnisse in Linearer Algebra auf dem Niveau der Grundvorlesung 'Computational Biotechnology' im Studiengang Biotechnologie. " MATLAB-Grundkenntnisse: Kommandozeile, Grundbefehle, Matrizen, einfache Skripte " Biochemische Grundkenntnisse: Enzym- und Transportkinetik, Gleichgewichtsthermodynamik " Grundkenntnisse über zentrale Stoffwechsel-Netzwerke: Glykolyse, Penthosephosphatweg, Zitronensäurezyklus, Anaplerosis, Oxidative Phosphorylierung, Aminosäuresynthesewe
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • mathematische Grundvorlesungen (Lineare Algebra, Analysis) • Grundkenntnisse der Biochemie (Enzyme) • MATLAB Grundkenntnisse

	Empfohlene Voraussetzungen: • Fehlende Voraussetzungen zu biochemischen Reaktionsnetzwerken und Zellbiologie werden im Rahmen der Lehrveranstaltung über kurze Brückenkurse bzw. Material zum Eigenstudium nachgeholt. Darunter auch: • Grundlagen der Zellbiologie einzelliger Organismen (Bakterien, Hefen) • grundlegende Stoffwechselnetzwerke (Glykolyse, Zitratzyklus) • Grundmechanismen der Genregulation
Literatur	Veranstaltungsliteratur: • Palsson B. Systems Biology: Simulation of Dynamic Network States. Cambridge University Press 2011 • Weitere Literatur, Vorlesungsfolien, MATLAB-Programme werden zur Verfügung gestellt Empfohlene weiterführende Literatur: • Heinrich R, Schuster S. The Regulation of Cellular Systems. Chapman & Hall 1996. • Szallasi Z, Stelling J, Periwal V. System Modeling in Cellular Biology. Bradford Books 2006. • Klipp E. et al. Systems Biology - A Textbook. Wiley 2009. • Kremling A. Systems Biology: Mathematical Modeling and Model Analysis. CRC Press 2013.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 20% aus der Bearbeitung der Hausaufgaben zwischen den Einführungsvorlesungen und der Blockwoche und zu 80% aus einer abschließenden mündliche Einzelprüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang Wiechert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computational Systems Biotechnology 2 (401635901)	1. Semester	2. Semester	7	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Computational Systems Biotechnology 2	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Computational Systems Biotechnology 2	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Physikalisch-Basierte Animation (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215862
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Grundlagen der physikalisch-basierten Animation, Partikelsysteme, Starrkörper, Simulation deformierbarer Festkörper mit diskreten und kontinuierlichen Modellen, Simulation von Fluiden, Kollisionserkennung und -behandlung
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse: Bei erfolgreichem Abschluss des Moduls sollten die Studierenden über folgende Kenntnisse verfügen: Verständnis aktueller Simulationsverfahren für Starrkörper, deformierbare Körper und Fluide, Erfahrung mit Echtzeitsimulation in der Computergraphik, Algorithmen zur Kollisionserkennung | Fertigkeiten: Studierende sollten in der Lage sein die erlernten Techniken selbstständig zu implementieren | Kompetenzen: Basierend auf dem erlernten Wissen und den entwickelten Fähigkeiten sollten Studierende in der Lage sein, Problemstellungen im Bereich der physikalisch-basierten Animation zu analysieren, passende Verfahren zur Lösung eines Problems auszuwählen und anzuwenden, Simulationsverfahren zu bewerten, die erlernten Verfahren durch eigene Ideen zu erweitern
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundlegende Kenntnisse von Numerik, Algorithmen und Datenstrukturen, Computergraphik.
Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Jan Stephen Bender
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Physikalisch-Basierte Animation (121586202)	1. Semester	2. Semester	0	1
Prüfung Physikalisch-Basierte Animation (121586201)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Physikalisch-Basierte Animation	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Globale Beleuchtung und Image-based Rendering (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211905
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Global Illumination: • Rendering equation • Radiosity techniques • Monte-Carlo- und Metropolis-techniques • Photon mapping Image-Based Rendering: • Lightfields and their generation • Rendering and compression • The Lumigraph
Lernziele/Lernergebnisse	**Knowledge** Vermittlung von • Verständnis des physikalisches Modells des Lichttransportes in einer dreidimensionalen Szene • Kenntnis der wichtigsten Verfahren zur Simulation physikalisch korrekter Beleuchtung • Erlernen der wichtigsten bildbasierten Beleuchtungs- und Renderverfahren **Skills** Die Studenten sollten in der Lage sein • Verschiedene Verfahren zur Beleuchtungssimulation zu implementieren • Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Verfahren für unterschiedliche Anwendungen zu erörtern Kompetenzen: **Competences** Basierend auf dem vermittelten Wissen und Fähigkeiten soll es den Studenten möglich sein • einen Vergleich zwischen Verfahren der Beleuchtungsberechnung hinsichtlich verschiedener Aspekte zu ziehen • eine Bewertung der Realisierbarkeit von Verfahren in bestimmten Anwendungen vorzunehmen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	• Analysis • Linear Algebra • Basic Techniques in Computer Graphics Students must pass the exercises to be admitted to the examination. Details will be provided in the lecture.
Literatur	• Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics: Principles and Practice, Section 16.11 - 16.13 • Philip Dutre, Kavita Bala, Philippe Bekaert: Advanced Global Illumination • Henrik W. Jensen: Realistic Image Synthesis Using Photon Mapping • P. Debevec et al.: Image-Based Modeling, Rendering, and Lighting, SIGGRAPH 99 Course Notes

Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The grading results from 100% of the final exam of this module. The exam can be a written or an oral exam. The final form of the examination is announced at the beginning of the lecture. If it is intended that homework will count for the examination grade, the respective paragraphs of the examination regulations have to be followed. The exam is done at the end of the lecture period.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Leif Kobbelt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Globale Beleuchtung und Image-based Rendering (121190502)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Globale Beleuchtung und Image-based Rendering (121190501)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Globale Beleuchtung und Image-based Rendering	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Geometrieverarbeitung (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215696
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Methoden zur Erzeugung von Polygonnetzen (Laserscanning, Registrierung und Integration einzelner Netzteile, etc.), Optimierung von Polygonnetzen (Glättung, Remeshing, Dezimierung, Refinement), Hierarchische Darstellungsformen (coarse-to-fine und fine-to-coarse Hierarchien), Ansätze zur 3D Modellierung mit Netzen, Parametrisierung und Texturierung, Effiziente Datenstrukturen und Netzkompression.
Lernziele/Lernergebnisse	Bei erfolgreichem Abschluss des Moduls sollten die Studierenden über folgende Kenntnisse verfügen: Techniken zur Erzeugung von hoch-detaillierten dreidimensionalen Modellen von realen Objekten, aktuelle Algorithmen zur Optimierung, Modellierung und Parametrisierung von Geometriedaten mit einem Schwerpunkt auf polygonalen Netzen. Studierende sollen die Fähigkeit erhalten, die erlernten Techniken selbstständig zu implementieren. Basierend auf dem erlernten Wissen und den entwickelten Fähigkeiten sollten Studierende in der Lage sein, Problemstellungen im Bereich der Geometrieverarbeitung zu analysieren, adäquate Algorithmen zur Lösung dieser Probleme auszuwählen und anzuwenden, Stärken und Schwächen der erlernten Algorithmen zu identifizieren sowie Ideen zur Erweiterung und/oder Verbesserung der erlernten Algorithmen zu entwickeln.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse der Vorlesung „Grundlagen der Computergrafik“, sowie Grundkenntnisse über Algorithmen und Datenstrukturen sowie Lineare Algebra.
Literatur	Botsch, Kobbelt, Pauly, Alliez, Levy: Polygon Mesh Processing
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Leif Kobbelt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Geometrieverarbeitung (121569602)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Geometrieverarbeitung (121569601)	2. Semester	1. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Geometrieverarbeitung	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Grafikprogrammierung in OpenGL (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212686
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Standard OpenGL: - Geometrie-Repräsentationen - Transformationen - Farben, Texturing - Beleuchtung - Effiziente Datenstrukturen - OpenGL-Buffer - Interaktion • Weiterführende Techniken wie komplexere Beleuchtungsmodelle, Schatten, Performance, Special Effects • OpenGL Extensions • GLSlang • GPGPU: Die GPU als genereller Parallelprozessor
Lernziele/Lernergebnisse	• Praktische Einführung in die 3D-Grafikprogrammierung • Fundierte OpenGL-Kenntnisse • Weiterführender Aspekte wie z.B. Performance-Tuning, Shaderprogrammierung, GPGPU
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse in C++ und zu Grundlagen der Compugergrafik.
Literatur	• M. Woo, J. Neider, T. Davis, and D. Shreiner: OpenGL Programming Guide, 4th Edition, 2003, Addison-Wesley Professional • Foley, van Dam, Feiner, Hughes: Computer Graphics: Principles and Practice, 1995, Addison-Wesley Professional • Nehe OpenGL Tutorials, http://nehe.gamedev.net/
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Leif Kobbelt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0

Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grafikprogrammierung in OpenGL (121268602)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung Grafikprogrammierung in OpenGL (121268601)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Grafikprogrammierung in OpenGL	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Computer Vision (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215724
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Grundlagen der Bilderzeugung, lineare Filter, Bildsegmentierung, Objekterkennung, Objektkategorisierung, 3D Rekonstruktion, Anwendung aktueller Methoden des maschinellen Lernens für die oben beschriebenen Themen
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse: Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen haben die Vorlesungsteilnehmer Kenntnisse und Fähigkeiten in den Themenfeldern, die unter Inhalt beschrieben werden, erworben. | Fertigkeiten: Vorlesungsteilnehmer können Methoden und Techniken, die es einer Maschine ermöglichen, Bilder und Videos zu analysieren und ihren Inhalt zu verstehen herleiten und erklären. Sie kennen die aktuellen Forschungstrends und -entwicklungen. Dadurch sind sie in der Lage, die grundlegenden Computer Vision Techniken, die für diese Fähigkeiten benötigt werden, auszuwählen. | Kompetenzen: Vorlesungsteilnehmer sind in der Lage, die behandelten Methoden selbstständig auf reale Probleme anzuwenden. Sie sind in der Lage, die vorgestellten Algorithmen selbst zu implementieren und diese in einer Programmiersprache ihrer Wahl umzusetzen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Kenntnisse in Linearer Algebra, Grundlegende Kenntnisse aus Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik. Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Übungsaufgaben. Details werden in der Vorlesung bekanntgegeben.
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundlegende Kenntnisse in Linearer Algebra, Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik.
Literatur	R. Szeliski, Computer Vision - Algorithms and Applications, Springer, 2010 | K. Grauman, B. Leibe, Visual Object Recognition, Morgan & Kaufman publishers, 2011 | I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville, Deep Learning, 2016 | R. Hartley, A. Zisserman. Multiple View Geometry in Computer Vision, 2nd Edition, Cambridge University Press, 2004.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. sc. techn. Bastian Leibe
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0

Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Computer Vision (121572402)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	1
Prüfung Computer Vision (121572401)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Computer Vision	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Physikalische Simulation im Visual Computing (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212692
Version	V3
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Mehrkörpersysteme, Deformierbare Festkörper, Finite-Elemente-Methoden, Volumenerhaltung, Simulation inkompressibler Fluide mit Lagrangeschen Ansätzen, Viskosität, Oberflächenspannung
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse: Bei erfolgreichem Abschluss des Moduls sollten die Studierenden über folgende Kenntnisse verfügen: Verständnis fortgeschrittener Techniken für die Simulation von Mehrkörpersystemen, deformierbarer Festkörper und Fluide, Erfahrung mit der Simulation komplexer physikalischer Verhaltensweisen unterschiedlicher Materialien, Verständnis von Methoden zur Kollisionsbehandlung | Fertigkeiten: Studierende sollten in der Lage sein, die erlernten Techniken selbstständig zu implementieren | Kompetenzen: Basierend auf dem erlernten Wissen und den entwickelten Fähigkeiten sollten Studierende in der Lage sein, Problemstellungen im Bereich der physikalisch-basierten Simulation zu analysieren, passende Verfahren zur Lösung eines Problems auszuwählen und anzuwenden, Simulationsverfahren zu bewerten, die erlernten Verfahren durch eigene Ideen zu erweitern
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine.
Literatur	Wird in der Vorlesung bekannt gegeben.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	-
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Physikalische Simulation im Visual Computing (121269202)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	0	1
Prüfung Physikalische Simulation im Visual Computing (121269201)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Physikalische Simulation im Visual Computing	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Einführung in die Technische Informatik (Wahlpflichtfach)
Kennung	1214958
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Auffrischung Physik-Grundwissen (Ladung, Feld, Potenzial, Spannung, Strom, Widerstand, Ohmsches Gesetz, Spannungsteiler, Kirchhoffsche Regeln, Kapazität, Kondensator, Ladekurve, RCTiefpass, Induktivität, RLC-Schwingkreis) • Halbleiter-Bauelemente (pn-Übergang, Diode, Kennlinie, Anwendungen: Gleichrichter, UND/ODER-Schaltungen, Bipolartransistor, Kennlinie, physikalische Erklärung (npn, pnp), Anwendungen: Schalter, Flipflop) • Programmierbare Logik (FPGA) • Hardwareentwurf (Einführung in Schematics und VHDL, Synthese eines einfachen Schaltwerkes (z.B. Automat oder ALU) in VHDL) • Analoge Schaltungen (Motivation: Anbindung des Rechners an seine Umgebung; Operationsverstärker, Grundschaltungen: Komparator, Schmitt-Trigger, Analogrechner, Analog-Digital- und Digital-Analogwandlung mit Operationsverstärkern) • Mikrocontroller (Architektur, Interrupts, Programmierung, Anwendungen) • Schaltfunktionen und ihre Repräsentation • Spezifische Schaltnetze und ihre Verbesserung • Schaltnetzwerke • Rechnerarithmetik • Von-Neumann-Architektur, CISC/RISC
Lernziele/Lernergebnisse	**Kenntnisse:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende • die physikalischen Prinzipien, die der Funktionsweise von elektronischen Rechnern zugrunde liegen • die wichtigsten Technologien und Konzepte, die beim Entwurf und der Analyse von rechnergestützten Systemen benötigt werden • den Aufbau und die Funktionsweise von Digitalrechnern und ihrer Teile, sowie die mathematischen Hilfsmittel für ihre Beschreibung und ihren Entwurf. • (Kenntnisse zur Durchführung des Praktikums Systemprogrammierung.) **Fähigkeiten:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden • elektronische Bauelemente verwenden • Grundschaltungen umsetzen • Grundfähigkeiten im Hardwareentwurf anwenden **Kompetenzen:** Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage, • kompetent mit Ingenieuren zu kommunizieren
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine.
Literatur	s. Veranstaltung im CAMPUS

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Stefan KowalewskiUniversitätsprofessor Gerhard Lakemeyer Ph. D.
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	150,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in die Technische Informatik (121495802)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung Einführung in die Technische Informatik (121495801)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in die Technische Informatik	1. Semester	2. Semester	-	4
Globalübung Einführung in die Technische Informatik	1. Semester	2. Semester	-	-

Modultitel	Datenbanken und Informationssysteme (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211969
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Aufgaben und Bedeutung von Informationssystemen • Relationale Datenbankmodelle • Relationale Anfragesprachen und ihre formalen Grundlagen • Entwurf relationaler Datenbanken (konzeptuelle Modellierung, Normalisierungstheorie) • Grundelemente relationaler Datenbankimplementierung (Architekturen, Anfrageverarbeitung, Transaktionsmanagement) • Überblick neuere Datenmodelle: - objektorientierte / objektrelationale Datenbanken - Internet-Informationssysteme/ XML - Betriebliche Informationsmodellierung und ERP • Praktische Übungen im Datenbanklabor: SQL-Day, XML-Day, ERP-Day
Lernziele/Lernergebnisse	**Kenntnisse:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende • den Entwurf betrieblicher Informationssysteme, • die Rolle von Datenbanken und Informationssystemen, • das relationale Datenbankmodell, insbesondere die relationalen Anfragesprachen (SQL) und ihre formalen Grundlagen, • die Vorgehensweise beim relationalen Datenbankentwurf, insbesondere die konzeptuelle Modellierung und Normalisierungstheorie, • Grundprobleme und Ansätze der Datenbankimplementierung und Datenbankadministration (Architektur, Anfrageauswertung, Transaktionsmanagement), • Grundprobleme und Ansätze der Datenbankimplementierung und Datenbankadministration (Architektur, Anfrageauswertung, Transaktionsmanagement), • semi-strukturierte Datenmodelle sowie • Grundlagen des Data Engineerings. **Fähigkeiten:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende • Anfragen an relationale Datenbanken entwickeln (SQL), • relationale Datenbanken systematisch entwerfen, insbesondere deren konzeptuelle Modellierung, die Übersetzung in ein Datenbankschema sowie deren Normalisierung durchführen, • Datenbanken implementieren und administrieren (Architektur, Anfrageauswertung, Transaktionsmanagement), • betrieblicher Informationssysteme entwerfen sowie • Prinzipien des Data Engineering anwenden. **Kompetenzen:** Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage • für gegebene Problemstellungen betriebliche Informationssyteme auf der Basis relationaler Datenbanktechnologie zu entwerfen und zu implementieren, • ein konzeptuelles Modell einer Domäne zu erstellen, dieses in ein Datenbankschema zu überführen und das Datenbankschema dann in einer Datenbank zu realisieren, • basierend auf dem Datenbankschema Daten abzulegen und in SQL anzufragen, • alternative Datenmodelle wie XML und RDF zu verwenden und diese anzufragen sowie • mit Werkzeugen des Data Engineering umzugehen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Datenstrukturen und Algorithmen und Grundlagen der Logik

	Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Übungsaufgaben. Details werden in der Vorlesung bekanntgegeben.
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundlegende Kenntnisse zu Datenstrukturen, Algorithmen und Grundlagen der Logik.
Literatur	- Folien zur Vorlesung - Standardbücher: • Elmasri R., Navathe S.B., Fundamentals of Database Systems Benjamin-Cummings • Kemper, A., Eicker, A.: Datenbanksysteme – eine Einführung. Oldenbourg. Seite 10 • Vossen G., Datenmodelle, Datenbanksprachen und Datenbank-Managementsysteme, Addison-Wesley
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. pol. Stefan Decker & Universitätsprofessor Dr. rer. pol. Matthias Jarke
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Datenbanken und Informationssysteme (121196902)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Datenbanken und Informationssysteme (121196901)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Datenbanken und Informationssysteme (2)	2. Semester	1. Semester	-	3
Globalübung Datenbanken und Informationssysteme (2)	2. Semester	1. Semester	-	-

Modultitel	Seminar: Learning-based Control (Wahlpflichtfach)
Kennung	4023501
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The use of machine learning and artificial intelligence has huge potential for building future engineering systems such as autonomous robots, vehicles, or smart infrastructure systems. However, important research challenges have to be overcome to have Al-systems operate in the real world such as the need for safety guarantees, data-efficient methods, and the combination of prior knowledge with data. Learning-based control is a recent and very active area of research that addresses these challenges and broadly denotes the intersection of the areas of automatic control and machine learning. This seminar will introduce you to this active area by studying recent research papers and topics including, for example, Gaussian processes for dynamics and control, (deep) reinforcement leaming, hybrid physics- and databased modeling, and verification for learning-based control. This is an interdisciplinary seminar offered in Mechanical Engineering and Computer Science.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: You will learn about topics of current research in the area af learning-based control. Fertigkeiten und Kompetenzen: You will gain hands-on experience on conducting literature research and scientific study of a current research topic in learning-based control Sonstiges (fakultativ): Participants will study independently and familiarize themselves with a chosen topic in the area of learning-based control (literature study). Each participant writes a paper and gives a presentation on their topic. Paper and topics will be shared and discussed within the seminar group.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Prior knowledge in automatic control or machine learning is recommended.
Literatur	Literature will be distributed after assignment of topics.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written homework (60%) and presentation (40%). Attendance in seminar is mandatory
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantwortlicher: ;Univ.-Prof. Dr. Sebastian Trimpe

ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar: Learning-based Control (402350101)	1. Semester	2. Semester	4	2

Modultitel	Angewandte Softwaretechnik im Lebenszyklus der Automobilelektronik (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215757
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Aufbau einer modernen Automobilelektronikarchitektur: Bussysteme, Steuergeräte, Software • Der Lebenszyklus einer Automobilelektronik • Vorgehen bei der Elektronikentwicklung • Kommunikation mit der Fahrzeugelektronik: Beispiel einer datengetriebenen Schichtenarchitektur - Einsatz internationaler Standards - Abstraktion vom konkreten Fahrzeug • Die Herausforderungen des Werkstattservice: Wie hilft die Softwaretechnik bei der Wartung der Fahrzeugelektronik von 20 Modellgenerationen - Variantenmanagement - Versions- / Konfigurationsmanagement - Datenlogistik
Lernziele/Lernergebnisse	Mit diesem Modul wird ein praktischer Anwendungsbereich für moderne Softwaretechnik vermittelt: Die Automobilelektronik. Das Modul umfasst wesentliche moderne Techniken der heutigen Elektronikentwicklung und –wartung und hilft einerseits gelernte Methoden der Softwaretechnik in die Praxis zu applizieren und andererseits für einen eigenen Einstieg in automobile Themen vorbereitet zu sein.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Software Engineering
(empfohlene) Voraussetzungen	Knowledge in Software Engineering
Literatur	• W. Zimmermann, R. Schmidgal: Bussysteme in der Fahrzeugtechnik: Protokolle und Standards • J. Schäuffele, T. Zurawka: Automotive Software Engineering: Grundlagen, Prozesse, Methoden und Werkzeuge effizient einsetzen • Kai Borgeest: Elektronik in der Fahrzeugtechnik: Hardware, Software, Systeme und Projektmanagement
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Written exam or oral examination (100 %). Students must pass written homework to be admitted to the examination.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Dr. rer. nat. Ansgar SchleicherUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Bernhard Rumpe
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Masterprüfung Angewandte Softwaretechnik im Lebenszyklus der Automobilelektronik (121575701)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Angewandte Softwaretechnik im Lebenszyklus der Automobilelektronik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Inhaltsbasierte Ähnlichkeitssuche (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211929
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2006
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung: Multimediadatenbanken, Ähnlichkeitsmodelle 2. Ähnlichkeitsmodelle • Bilddatenbanken • Geometrische Objekte • Sequenzdaten • Graphstrukturen 3. Datenbanktechniken zur Ähnlichkeitssuche • Indexstrukturen • Dimensionsreduktion • Spezielle Distanzfunktionen (quadrat. Formen, EMD) • Partielle Ähnlichkeitssuche
Lernziele/Lernergebnisse	Erwerb der folgenden Kenntnisse und Fähigkeiten: • Kenntnis grundlegender Konzepte und Methoden der Modellierung von Data Mining-Aufgaben in großen Multimedia-Datenbanken. • Fähigkeit, Ähnlichkeitsmodelle für komplexe Objekte unterschiedlicher Typen zu benutzen und zu entwerfen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Kenntnisse aus der Veranstaltung Algorithmen und Datenstrukturen; empfohlen sind Kenntnisse aus dem Modul Datenbanken und Informationssysteme
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse aus den Modulen "Algorithmen und Datenstrukturen" und "Datenbanken und Informationssysteme".
Literatur	Folienskript zur Vorlesung mit zahlreichen Verweisen auf die Originalliteratur
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Thomas Seidl
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Inhaltsbasierte Ähnlichkeitssuche (121192902)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Masterprüfung Inhaltsbasierte Ähnlichkeitssuche (121192901)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Inhaltsbasierte Ähnlichkeitssuche	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Software-Qualitätssicherung (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212356
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	This module introduces central concepts, methods, techniques and processes of software quality-assurance. The following topics are covered: - Terms, concepts and models of quality assurance - Measurement and software metrics - Quality models - Test automation - Foundations of tests and test theory - Test techniques, section of test cases - Test-driven Development and Behavior-driven Development - Approaches to static examination of software - Foundations on metrics and measurement - Economic models of quality assurance
Lernziele/Lernergebnisse	General: After completing the module the students have the following knowledge and competencies. They … - know the goals, concepts, models, and basic terms of software quality assurance - know important methods of static software inspections - are able to apply test case selection techniques and know important test exit criteria - are able to systematically develop test specifications - know the fundamentals of software measurement and are able to define and assess software metrics - know standard approaches to evaluate and improve software development processes Benefits for future professional life / soft skills: All competencies are trained in the exercises, where small teams of students have to create typical software quality assurance artifacts. They have to present and discuss their solutions and ideas in front of the class. As professional knowledge on software quality assurance is provided, students gain personal and professional competencies that enable to work as quality assurance engineer.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Einführung in die Softwaretechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Learning outcomes fo the Module 'Software Engineering'
Literatur	Spillner, A., Linz, T., & Schaefer, H. (2006): Software Testing Foundations - A Study Guide for the Certified Tester Exam. dpunkt.verlag Heidelberg. Paul C. Jorgensen (2013): Software Testing: A Craftsman's Approach (4th ed.). Auerbach Publications, Boston, MA, USA. Michal Young and Mauro Pezze (2005): Software Testing and Analysis: Process, Principles and Techniques. John Wiley & Sons.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Horst Lichter
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Software-Qualitätssicherung (121235602)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Software-Qualitätssicherung (121235601)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Software-Qualitätssicherung	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Eingebettete Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215690
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Eingebettete Systeme steuern viele Dinge in unserem täglichen Leben. Energieeffiziente Kühlschränke, Aufzugssteuerungen und fortschrittliche Fahrerassistenzsysteme sind nur einige Beispiele. Embedded Systems steuern auch Prozesse im industriellen Umfeld und werden zur Erkennung und Vermeidung von Systemausfällen eingesetzt. Diese Vorlesung gibt eine allgemeine Einführung in das Thema Embedded Systems. Es werden grundlegende Konzepte vorgestellt und wichtige Unterschiede zu "normalen" Computersystemen aufgezeigt. Diese Vorlesung bereitet die Studierenden auf die Aufbauvorlesungen des Embedded Software Laboratory vor, die sich ausführlich mit Sicherheit, Zuverlässigkeit, formalen Methoden und dynamischen Systemen befassen. Diese Vorlesung richtet sich an alle Studierenden, die sich nicht nur auf das Verständnis von PCs beschränken wollen, sondern auch wissen wollen, wie z.B. Motorsteuergeräte und Produktionssteuerungssysteme funktionieren. Die in dieser Vorlesung behandelten Themen sind: Mikrocontroller, Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS, SPS-Programmiersprachen, Echtzeitanforderungen, Echtzeit-Betriebssysteme, Merkmale des Embedded-Software-Designs, Intra-Fahrzeugkommunikation (z.B. CAN-Bus), Teaser von Vorträgen des Embedded-Software-Labors. Die Vorlesung wird in deutscher Sprache mit englischen Folien gehalten.
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse: Kenntnisse und Vertrauen in moderne Softwaretechniken für eingebettete Systeme | Fertigkeiten: Fähigkeit, einen modellbasierten qualitätsorientierten Ansatz für das Design von Embedded Software | Kompetenzen anzuwenden: Sensibilität für besondere qualitative Anforderungen an das Design von Embedded Software.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse der 'Grundlagen der Technischen Informatik'.
Literatur	Folien zur Vorlesung, Skript sowie als Ergänzung folgende Bücher: Marwedel: Eingebettete Systeme. 2003 | Bass, Clements: Software Architecture in Practice. | Douglass: Real-time UML
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Stefan Kowalewski
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Eingebettete Systeme (121569002)	2. Semester	1. Semester	0	1
Prüfung Eingebettete Systeme (121569001)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Eingebettete Systeme	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Funktionale Sicherheit und Systemzuverlässigkeit (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212353
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Grundbegriffe (Schaden, Risiko, Sicherheit, Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, etc.) | Referenzmodell Zuverlässigkeit (Fehlervermeidung vs. Fehlertoleranz, Fehlerausfall) | Konstruktionsmuster für Zuverlässigkeit (Redundanz, Replikation) | Analysemethoden für Zuverlässigkeit (RBDs, Fehlerbäume) | Gefahren- und Risikoanalyse, IEC 61508
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse: Kenntnisse über Terminologie, Kriterien, Analyse- und Entwurfsmethoden für sicherheits- und zuverlässigkeitsrelevante Systeme | Fertigkeiten: Fähigkeit, sicherheits- und zuverlässigkeitsrelevante Anforderungen zu spezifizieren, zu verifizieren und bei der Konzeption solcher Systeme zu berücksichtigen | Kompetenzen: Fähigkeit, Sensibilität für sicherheits- und zuverlässigkeitsrelevante Designprobleme zu schaffen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundkenntnisse in eingebetteten Systemen.
Literatur	Folien zur Vorlesung, Skript sowie als Ergänzung folgende Bücher: Storey: Safety-critical computer systems. Prentice Hall, 1996 | N. Leveson: Safeware. Addison-Wesley, 2001 | J. Barnes: High integrity software. Addison-Wesley, 2003 | K. Simpson, D. Smith: Functional Safety. Elsevier, 2004 | Birolini: Reliability Engineering. Springer, 2004. | S. Montenegro: Sichere und fehlertolerante Steuerungen. Hanser, 1999.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Stefan Kowalewski
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Funktionale Sicherheit und Systemzuverlässigkeit (121235302)	2. Semester	1. Semester	0	1
Prüfung Funktionale Sicherheit und Systemzuverlässigkeit (121235301)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Funktionale Sicherheit und Systemzuverlässigkeit	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Objektorientierte Softwarekonstruktion (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212354
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Dieses Modul führt in zentrale Methoden, Techniken und Prozesse einer systematischen Softwareentwicklung basierend auf objekt-orientierten Konzepten ein. Die Vorlesung beschäftigt sich mit den folgenden Themen: Grundlagen der Objektorientierung | Software Wiederverwendung | Design by Contract | Vererbung, Polymorphismus und Generische Einheiten | Software Entwurfsprinzipien | Domain Modelling, Domain Driven Design | Komponententechnologie | Muster und Rahmenwerke | Smells und Refactoring
Lernziele/Lernergebnisse	Nach Beendigung des Moduls verfügen die Studierenden über das folgende Wissen und über die folgenden Kompetenzen: sie wissen, wie objekt-orientierte Modellierungskonzepte anzuwenden sind | sie sind in der Lage Use-Case basiert zu analysieren und Domänenwissen zu modellieren | sie kennen die Konzepte zur Entwicklung von Rahmenwerken | sie sind in der Lage, Code und Architektur auf Basis von Smells zu verbessern | sie kennen die Architektur von Java basierten Komponentenmodellen. Nutzen für die zukünftige Karriere / vermittelte Soft Skills: Alle Kompetenzen werden im Rahmen der begleitenden Übungen trainiert. In diesen arbeiten die Studierenden in Gruppen zusammen, um ihre Lösungen zu entwickeln. Weiterhin präsentieren und diskutieren sie im Rahmen der Übungen die von ihnen entwickelten Lösungen. Da in diesem Modul professionelles Wissen im Bereich der systematischen Softwarekonstruktion vermittelt wird, verfügen die Studierenden am Ende über relevantes Wissen und Kompetenzen um als Softwarearchitekt erfolgreich arbeiten zu können.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse der Softwaretechnik.
Literatur	Meyer, B. (1997): Object Oriented Software Construction, 2nd edition, Prentice Hall | Züllighoven, H. (2005): Object-Oriented Construction Handbook – Developing Application-Oriented Software with the Tools and Materials Approach. dpunkt.verlag, Heidelberg | Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides (1995): Design Patterns, Addison-Wesley | Fowler Martin (1999): Refactoring - Improving the design of existing code, Addison Wesley.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Horst Lichter
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Objekt-orientierte Softwarekonstruktion (121235402)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung Objekt-orientierte Softwarekonstruktion (121235401)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Objekt-orientierte Softwarekonstruktion	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Software-Projektmanagement (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212355
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die folgenden Themen werden behandelt: Grundlagen des Projektmanagements und zentrale Prozesse | Prozessmodelle der Softwareentwicklung | Agile Entwicklungsmodelle | Techniken der Projektplanung | Klassische und agile Techniken zur Kostenschätzung | Techniken der Zeitplanung | Projekt-Monitoring und Controlling | Risikomanagement | Stakeholder-Management und Entscheidungstechniken
Lernziele/Lernergebnisse	Nach Beendigung des Moduls verfügen die Studierenden über das folgende Wissen und über die folgenden Kompetenzen: Sie kennen die Ziele, wichtige Aktivitäten und Techniken des Software Projektmanagements | sie wissen, wie Entwicklungsaktivitäten und Projektmanagement Aktivitäten zusammenarbeiten | sie sind in der Lage kleinere Projekte zu planen, Aufwandsabschätzungen durchzuführen, den Projektfortschritt festzustellen und zu überwachen und systematisch Risiken zu bewerten | sie können Stakeholder analysieren und verfügen über Techniken, die helfen, Entscheidungen systematisch zu treffen. Nutzen für die zukünftige Karriere / vermittelte Soft Skills: Alle Kompetenzen werden im Rahmen der begleitenden Übungen trainiert. In diesen arbeiten die Studierenden in Gruppen zusammen, um ihre Lösungen zu entwickeln. Weiterhin präsentieren und diskutieren sie im Rahmen der Übungen die von ihnen entwickelten Lösungen. Da in diesem Modul professionellen Wissen im Bereich des Projektmanagements vermittelt wird, verfügen die Studierenden am Ende über relevantes Wissen und Kompetenzen, um erfolgreich in Führungspositionen in der Industrie arbeiten zu können.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse der Softwaretechnik.
Literatur	H. Kerzner (2002): Project Management - A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling, Wiley. | IEEE Std 1490 (2003): Adoption of PMI Standard A Guide to the Project Management Body of Knowledge | Wysocki, R. (2007): Effective Project Management, Wiley Publishing Inc.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Horst Lichter
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 60-90 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	210,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	165,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Software-Projektmanagement (121235501)	2. Semester	1. Semester	7	0
Übung Software-Projektmanagement (121235502)	2. Semester	1. Semester	0	1

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Software-Projektmanagement	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Softwaretechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211965
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Die Vorlesung erarbeitet die Grundlagen zur Entwicklung komplexer Softwaresysteme. Behandelt werden Vorgehensmodelle, die Erhebung von Anforderungen, Softwarearchitektur und -entwurf, der Weg zur Implementierung und zur Qualitätssicherung mit Tests. Dabei wird vorwiegend die Modellierungssprache UML zur Darstellung genutzt. • Einführung, Grundbegriffe • Aktivitäten und Dokumente im Lebenszyklus • Der Entwicklungs- und Wartungsprozess • Problemanalyse und Anforderungserhebung • Entwurf und Architekturmodellierung, Architekturmuster • Entwurfsmuster • Qualitätssicherung • Projektmanagement • Dokumentation • Demonstration von Werkzeugen: MontiWeb
Lernziele/Lernergebnisse	**Kenntnisse:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende • den Softwareentwicklungsprozess und seine domänenspezifischen Varianten, • Vorgehensmodelle zur Softwareentwicklung sowie deren Phasen, • Modelle und Modellierungssprachen für die Entwicklungsaktivitäten, • Werkzeuge im Softwareentwicklungsprozess, • agile Methode sowie • Softwarearchitekturen und variantenreiche Software. **Fähigkeiten:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende • Softwareentwicklungsprozesse charakterisieren, • Vorgehensmodelle für Projekte nutzen, • Techniken zur Qualitätssicherung anwenden, • Modelle auf unterschiedlichen Abstraktionsstufen entwickeln, • Tests entwickeln und durchführen, • Werkzeuge im Softwareentwicklungsprozess einsetzen sowie • rechtliche Regularien für Entwicklung und Produkt einordnen. **Kompetenzen:** Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage, • im Team systematisch arbeitsteilige Softwareentwicklung für kleineren und mittlere Aufgabenstellungen unter Berücksichtigung von Qualitätskriterien mit geeigneten Werkzeugen durchführen oder Projekte mit komplexeren Randbedingungen strukturieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Vorausgesetzt werden Kenntnisse aus den Veranstaltungen "Programmierung", "Einführung in die Technische Informatik", "Datenstrukturen und Algorithmen" oder äquivalenten Veranstaltungen des jeweiligen Studiengangs. Die Veranstaltung kann auch von engagierten Nebenfachstudenten gehört werden.

Literatur	• H. Lichter, J. Ludewig: Software Engineering: Grundlagen, Menschen, Prozesse, Techniken<; • I.Sommerville: Software Engineering, Pearson Studium • H.Balzert: Lehrbuch der Software-Technik, Band 1, Spektrum Akademischer Verlag
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das erfolgreiche Absolvieren des Modulbausteins "Werkzeuge und -Methoden fürs Software Entwickeln" und das Bestehen von Hausaufgaben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher Informatik Modellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja Petzoldt Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Bernhard Rumpe
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Softwaretechnik (121196502)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung Softwaretechnik (121196501)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Softwaretechnik	1. Semester	2. Semester	-	3
Globalübung Softwaretechnik	1. Semester	2. Semester	-	-

Modultitel	Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1221329
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Inhalt 1. Dynamische Fahrzeugmodelle Kinematische und kinetische Massenpunkt- und Einspurmodelle 2. Regelungstechnik und Optimierung Regelkreisglieder, Stabilität von Regelkreisen, digitale Regelung, Zustandsraumdarstellung, Modellprädiktive Regelung, konvexe Optimierung, nicht-konvexe Optimierung 3. Wahrnehmung Straßenkarten, Navigation, Kalman-Filter, Maschinelles Lernen 4. Netzwerk und Verteilung Graphentheorie, Verteilte Algorithmen, kooperative und nicht-kooperative Ansätze zur vernetzten Regelung 5. Softwarearchitekturen und Testkonzepte Dienstorientierte Softwarearchitekturen, Vorgehensmodelle und In-the-Loop Tests von vernetzten Systemen 6. Fallstudie Entwicklung eines Beispielsystems bestehend aus einer Fahrzeugkolonne
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung kennen die Studierenden Methoden zur Entwicklung von Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen • kennen die Studierenden die Themengebiete, die zur Umsetzung von Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen relevant sind • verstehen die Studierenden verschiedene Verfahren zur Modellbildung, Regelung, Optimierung, Wahrnehmung, Verteilung sowie zum Entwurf und Testen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen und können deren Anwendungsgebiete benennen • kennen die Studierenden die Herausforderungen bei der echtzeitfähigen Algorithmenumsetzung für vernetzte und automatisierte Fahrzeuge • wissen die Studierenden verschiedene Ansätze und Vorgehensmodelle zur Entwicklung von Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen sowie deren Vor- und Nachteile. Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die nötigen Schritte zur erfolgreichen Entwicklung von Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen selbständig durchzuführen. Hierbei berücksichtigen sie eigenverantwortlich die unterschiedlichen Aspekte bei der Entwicklung und können bewerten, inwiefern die zur Verfügung stehenden Ansätze, Methoden und Algorithmen Anwendbarkeit finden. Sie sind ferner in der Lage, verschiedene Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen zu synthetisieren. Darüber hinaus können sie durch die Erprobung im Labor praktische Aspekte berücksichtigen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	Literatur: R. Rajamani: Vehicle Dynamics and Control. 2. Auflage, Springer, 2005. S. Boyd and L. Vandenberghe. Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004. J. Maciejowski. Predictive Control With Constraints. Prentice Hall, 2002. D. Simon. Optimal State Estimation: Kalman, H Infinity, and Nonlinear Approaches. John Wiley & Sons, 2006. D. Abel, A. Bollig. Rapid Control Prototyping. Springer, 2006.

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich - zu 50% aus einem Praktikum (absolviert im Rahmen der Laborübung) sowie - zu 50% aus einer abschließenden mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr.-Ing. Bassam Alrifaee
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	20
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Laborübung Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen (122132901)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Prüfung Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen (122132902)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Berechenbarkeit und Komplexität (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212004
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Beispiele algorithmischer Probleme, Darstellung durch Sprachen und Funktionen, Frage der Lösbarkeit • Turingmaschinen, Church-Turing-These • Berechenbarkeit, Entscheidbakeit, Aufzählbarkeit • Simulationen zwischen verschiedenen Berechnungsmodellen, universelle Maschinen bzw. Programme • Unentscheidbare Probleme (u.a. Postsches Korrespondenzproblem) • Komplexitätsklassen und elementare Sachverhalte zu Zeit- und Platzkomplexität • Polynomielle Reduktionen und NP-Vollständigkeit • Approximation als Methode zur Lösung NP-harter Probleme, • Beispiel eines Polynomzeit-Approximationsschemas (FPTAS)
Lernziele/Lernergebnisse	**Kenntnisse:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende • die grundlegenden Berechnungsmodelle Turingmaschine und RAM, • den Unentscheidbarkeitsbegriff für Berechnungsprobleme, • wichtige Beispiele der Unentscheidbarkeit, • den Begriff der Turing-Mächtigkeit, • das Konzept der primitiv rekursiven Funktion, • zentrale Komplexitätsklassen der Informatik, • polynomielle Reduktionen und NP-Vollständigkeit und • wichtige Beispiele von NP-vollständigen Problemen. **Fähigkeiten:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende • Turingmaschinen für grundlegende Algorithmen formal definieren, • zwischen berechenbaren/aufzählbaren Problemen und solchen, die dies nicht sind, unterscheiden, • Unentscheidbarkeitsbeweise durchführen, • primitiv rekursive Funktionen erkennen, • Probleme in Komplexitätsklassen einordnen und • polynomielle Reduktionen erstellen und analysieren. **Kompetenzen:** Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage, • die Entscheidbarkeit eines algorithmischen Problems zu beurteilen, • die Komplexität eines algorithmischen Problems zu bestimmen und zu beurteilen sowie • die Berechenbarkeits- und die Komplexitätstheorie und andere Bereichen der Informatik in Beziehung zu setzen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse aus den Modulen 'Diskrete Strukturen' und 'Formale Systeme, Automaten, Prozesse'.

Literatur	• Skript und Folien zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. ir. Dr. h. c. (AAU) Joost-Pieter KatoenUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Martin GroheUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Peter RossmanithUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Jürgen Giesl
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Berechenbarkeit und Komplexität (121200402)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung Berechenbarkeit und Komplexität (121200401)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Berechenbarkeit und Komplexität	1. Semester	2. Semester	-	3
Globalübung Berechenbarkeit und Komplexität	1. Semester	2. Semester	-	-

Modultitel	Diskrete Strukturen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1115472
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor
Inhalt	• Mengen, Funktionen, Relationen anhand informatischer Beispiele • Boolesche Algebra • Endliche Kombinatorik • Elementare Zahlentheorie • Körper und Polynomring • Matrizenrechnung, Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme • Elementare Graphentheorie
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnis: • Allgemeine mathematische Grundbegriffe, wie Mengen, Abbildungen, Relationen • Standard-Beipiele zu algebraischen Grundbegriffen wie Gruppe, Ring, Körper, Polynom • Formeln und Methoden der elementaren Kombinatorik, einschliesslich Binomialkoeffizienten und Stirling-Zahlen • Graphen und Graphenalgorithmen • Lösungsverfahren für Lineare Gleichungssysteme • Matrizenrechnung Fähigkeiten: • logisches Schließen • Führen einfacher mathematischer Beweise • kombinatorische Berechnungen • Durchführen von Graphenalgorithmen • Systematisches Lösen von Linearen Gleichungssystemen Kompetenzen: • Verstehen der mathematichen Ausdrucksweise • Selbstständiges Lesen und Verstehen elementarer mathematischer Texte • Abstraktionsvermögen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	A. Steger, Diskrete Strukturen, Bd.1, Springer 2001.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Klausur oder mündliche Prüfung. Die Modulnote ist die Note der Klausur bzw. die Note der mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Gerhard Hiß

ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Diskrete Strukturen (111547202)	1. Semester	2. Semester	0	2
Bachelorprüfung Diskrete Strukturen (111547201)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Diskrete Strukturen	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Effiziente Algorithmen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211977
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1) Algorithmen für Flüsse und Matchings 2) Methoden der linearen Programmierung • Simplexverfahren • Ellipsoidmethode • Dualitätsprinzip • Ganzzahligkeit 3) Approximtionsverfahren • Vertex Cover und Set Packing • FPTAS für das Rucksackproblem • Traveling Sales Person Problem (Christofides Algorithmus) • Makespan-Scheduling (Heuristiken und Approximationsschema) • Primal-Duale Approximationsalgorithmen 4) Einführung in Online Algorithmen
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse: Beim erfolgreichen Abschluss des Moduls sollten die Studierenden Kenntnisse über folgende Themen haben: • Anwendungen und algorithmische Lösungsansätze für Fluss- und Matching-Problem • Lineare Programmierung: Anwendungen, Algorithmen, Dualität, Ganzzahligkeit • Approximationsalgorithmen und -schemata für zentrale Probleme der kombinatorischen Optimierung, insbesondere Analyse der Approximationsgüte • Online-Algorithmen und Competitive-Analyse Fähigkeiten: Die Studierenden sollten in der Lage sein, • Das geeignete Framework (insbes. Flüsse, Matchings, LPs) zur Lösung spezifischer algorithmischer Problemstellungen auszuwählen • Algorithmische Probleme in Form von Matchings, Flüssen, nicht-ganzzahligen und ganzzahligen LPs zu spezifizieren • Algorithmen bezüglich ihrer Approximationsgüte zu analysieren und zu bewerten

	• Online-Problem im Modell der Competitive Analyse darzustellen und Online-Algorithmen in diesem Modell zu analysieren und zu bewerten Kompetenzen: Basierend auf dem Wissen und den Fähigkeiten sollten die Studierenden in der Lage sein • festzustellen, ob ein Standardverfahren zur Lösung einer algorithmischen Problemstellung herangeszogen werden kann und diese Verfahren anzuwenden • neue algorithmische Lösungen für nicht-standard Probleme in Form von Approximations- und Online-Algorithmen zu entwickeln und zu analysieren
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Inhalte der Vorlesungen "Datenstrukturen und Algorithmen" und "Berechenbarkeit und Komplexität".
Literatur	Zur Vorlesung wird ein Skript erstellt und folgende Literatur empfohlen: • T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, C. Stein: *Introduction to Algorithms, 2*nd *Edition*, MIT Press and McGraw-Hill, 2001 • J. Kleinberg, E. Tardos: Algorithm Design, Addison-Wesley, 2004. • C. Papadimitriou, K. Steiglitz: *Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity*, Dover Publications, Inc., 1998. • V. Vazirani, *Approximation Algorithms*, Springer, 2001. • R. Motwani, P. Raghavan. Randomized Algorithms, 1996.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Peter RossmanithDr. rer. nat. Walter Unger
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in Effiziente Algorithmen (121197702)	2. Semester	1. Semester	0	2

Prüfung Einführung in Effiziente Algorithmen (121197701)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in Effiziente Algorithmen	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Graphalgorithmen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212327
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Schnittgraphen, planare Graphen und andere Graphklassen, Baumweite, Bandweite und weitere Eigenschaften, Orientierungen auf Graphen, Perfekte Graphen, Einbettungen, Kommunikationsprobleme auf Graphen.
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge: Beim erfolgreichen Abschluss des Moduls sollten die Studiernden Kenntnisse über folgende Themen haben Komplexität verschiedener Probleme auf verschiedenen Graphklassen.Algorithmen auf verschiedenen Graphklassen. Skills: Die Studierenden sollten in der Lage sein Graphklassen zu beschreiben,Beweise zu Grapheingenschaften zu führen. Competences: Basierend auf dem Wissen und den Fahigkeiten sollten die Studierenden in der Lage sein: Eigenschaften einer Graphklasse erkennen. Komplexität eines gegebenen Problems auf einer Graphklasse bestimmen.Algorithmen unter Ausnutzung der Eigenschaften einer Graphklasse entwickeln.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse aus den Modulen "Algorithmen und Datenstrukturen" sowie "Berechenbarkeit und Komplexität".
Literatur	Zur Vorlesung wird ein Skript erstellt und folgende Literatur empfohlen: Golumbic M.C. Algorithmic Graph Theory and Perfect Graphs Harary F.: Graphentheorie, 1974. Wilson R.J.: Einführung in die Graphentheorie, 1972
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Dr. rer. nat. Walter Unger
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5

Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Graphalgorithmen (121232702)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung Graphalgorithmen (121232701)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Graphalgorithmen	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Formale Systeme, Automaten, Prozesse (Wahlpflichtfach)
Kennung	1214961
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Formale Systeme: Terme, Wörter, Sprachen anhand von Kernbeispielen: u.a. Zahlterme, arithmetische und boolesche Terme, while-Programme. Definition von Termmengen und Programmiersprachen durch Regelsysteme (Termersetzungssysteme, Grammatiken), Ableitungsbegriff, Methode der strukturellen Induktion. Klassifikation von Grammatiken (Chomsky-Hierarchie) und elementare Sachverhalte zu kontextfreien Grammatiken: Normalformen, Wortproblem (Ableitbarkeitstest), Nichtleerheitstest. 2. Automaten: Endliche Automaten (deterministisch, nichtdeterministisch), Abschlusseigenschaften (u.a. Produktautomaten), reguläre Ausdrücke, Nichtleerheits- und Äquivalenztest, Nachweis nichtregulärer Sprachen. Kellerautomaten (deterministisch und nichtdeterministisch), Übersetzung von kontextfreien Grammatiken in Kellerautomaten als Beispiel der Implementierung von Rekursion durch Kellerspeicher. 3. Prozesse: Elementare Modellierungsformen verteilter und nebenläufiger Systeme: Synchronisierte Produkte, Petrinetze und kommunizierende sequentielle Prozesse (CSP). Vorstellung und Einübung anhand von Beispielen, Vergleich mit dem Grundmodell des endlichen Automaten.
Lernziele/Lernergebnisse	**Kenntnisse:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende • endliche Automaten und reguläre Ausdrücke, • kontextfreie Grammatiken und Kellerautomaten, • reguläre und kontextfreie Sprachen sowie • Modelle für Nebenläufigkeit. **Fähigkeiten:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende • fundamentale Algorithmen auf endliche Automaten anwenden und die Komplexität der Algorithmen bestimmen, • mit verschiedenen Werkzeugen formale Sprachen untersuchen und verwenden sowie • nebenläufige Systeme analysieren. **Kompetenzen:** Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage, • die gelernten Inhalte auf Anwendungsgebiete wie Compilerbau und Verifikation zu übertragen sowie • formale Modelle der Informatik mathematisch fundiert zu verwenden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Übungsaufgaben. Details werden in der Vorlesung bekanntgegeben.
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	Skript und Folien zur Vorlesung Standardbücher: • Hopcroft, Motwani, Ullman, Introducton to Automata, Theory, Languages, and Computation, Addison-Wesley 2001 (Ch.1-7)

	• M. Sipser, Introduction to the Theory of Computation, PWS Publ. Comp. 1997, Part 1.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. ir. Dr. h. c. (AAU) Joost-Pieter KatoenUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Martin GroheUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Jürgen GieslUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Peter Rossmanith
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Formale Systeme, Automaten, Prozesse (121496102)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Prüfung Formale Systeme, Automaten, Prozesse (121496101)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Formale Systeme, Automaten, Prozesse (2)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3
Globalübung Formale Systeme, Automaten, Prozesse (2)	2. Semester	1. Semester	-	-

Modultitel	Computational Systems Biotechnology (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011673
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Einführung in die Begrifflichkeit der Systembiologie, Stöchiometriebasierte Modellierung in der Systembiologie: Begrifflichkeit, Strukturelle Modellierung biochemischer Netzwerke, Nullraum-Analyse, Elementarmoden, Flussbilanzanalyse, Netzwerk-Thermodynamik, metabolische Stoffflussanalyse. Anwendungen in Metabolic Engineering und Synthetischer Biologie
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Grober Überblick über Begrifflichkeit und Anwendungsgebiete der Systembiologie • Verständnis des Konzepts stöchiometriebasierter Methoden • praktische Durchführung wesentlicher Analysemethoden (Freiheitsgrad-Bestimmung, Flux Balance Analysis, Elementarmoden, Netzwerk-Thermodynamik) an einfachen Beispielen • Verständnis des Konzepts der metabolischen Stoffflussanalyse Nicht fachbezogene Lernziele: • integrierte Nutzung computergestützter Werkzeuge in der Systembiologie • Einblick in interdisziplinäre Projektarbeit
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Generell können fehlende Grundkenntnisse anhand von Lehrmaterialien in der Vorbereitungsphase nachgeholt werden. Mathematische Grundkenntnisse in Linearer Algebra auf dem Niveau der Grundvorlesung Computational Biotechnology im Studiengang Biotechnologie. MATLAB-Grundkenntnisse: Kommandozeile, Grundbefehle, Matrizen, einfache Skripte Biochemische Grundkenntnisse: Enzym- und Transportkinetik, Gleichgewichtsthermodynamik Grundkenntnisse über zentrale Stoffwechsel-Netzwerke: Glykolyse, Penthosephosphatweg, Zitronensäurezyklus, Anaplerosis, Oxidative Phosphorylierung, Aminosäuresynthesewe
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Generell können fehlende Grundkenntnisse anhand von Lehrmaterialien in der Vorbereitungsphase nachgeholt werden. • Mathematische Grundkenntnisse in Linearer Algebra auf dem Niveau der Grundvorlesung „Computational Biotechnology“ im Studiengang Biotechnologie. • MATLAB-Grundkenntnisse: Kommandozeile, Grundbefehle, Matrizen, einfache Skripte • Biochemische Grundkenntnisse: Enzym- und Transportkinetik, Gleichgewichtsthermodynamik • Grundkenntnisse über zentrale Stoffwechsel-Netzwerke: Glykolyse, Penthosephosphatweg, Zitronensäurezyklus, Anaplerosis, Oxidative Phosphorylierung, Aminosäuresynthese
Literatur	• Palsson B: Systems Biology: Properties of Reconstructed Networks: Cambridge University Press; 2006. • Weitere Literatur, Vorlesungsfolien, MATLAB-Programme werden zur Verfügung gestellt • Klipp E. et al.: Systems Biology - A textbook: Wiley 2009
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Korrekte Bearbeitung der Hausaufgaben, die zwischen den Einführungsvorlesungen und der Blockwoche zu bearbeiten sind (20%) • abschließende 30-minütige mündliche Einzelprüfung zum Stoff der Vorlesung (80%)

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang Wiechert
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündliche Prüfung Computational Systems Biotechnology (401167301)	2. Semester	1. Semester	7	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Computational Systems Biotechnology	2. Semester	1. Semester	-	5

Modultitel	Combinatorial Problems in Scientific Computing (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215721
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Lösung dünnbesetzter linearer Gleichungssysteme • Matrix-Vektor Produkte in iterativen Algorithmen • LU Faktorisierung • Cholesky Faktorisierung Ableitungsberechnung • Dynamische Programmierung auf Kettenprodukten erweiterter Jacobimatrizen • Eliminationstechniken auf linearisierten Berechnungsgraphen Weitere ausgewählte aktuelle kombinatorische Probleme im Wissenschaftlichen Rechnen
Lernziele/Lernergebnisse	The aim of this course is to give students an appreciation of how discrete models are developed in the area of scientific computing. At the end of this course, students should be able to • recall the presented combinatorial models in the area of scientific computing (knowledge) • describe the connection between the scientific computing problem and its corresponding combinatorial problem (knowledge) • apply the strategies for the solution of the resulting combinatorial problems (skill) • recognize the expressiveness of different graph models (skill) • discuss combinatorial models for different problem classes arising in scientific computing (competence)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Algorithmen und Datenstrukturen
Literatur	Vorlesungsskript mit Verweisen auf Originalartikel
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Benotung ergibt sich zu 100% aus der abschließenden Prüfung zum Modul, die in schriftlicher oder mündlicher Form erfolgt. Die endgültige Form der Prüfung wird zu Beginn der Veranstaltung bekanntgegeben. Wird vorgesehen, dass semesterbegleitende Hausaufgaben auf die Prüfungsnote angerechnet werden, sind die entsprechenden Regelungen der Prüfungsordnung zu beachten. Prüfung nach Ende der Vorlesungszeit.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Uwe Naumann
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3

Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Combinatorial Problems in Scientific Computing (121572102)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	1
Prüfung Combinatorial Problems in Scientific Computing (121572101)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Combinatorial Problems in Scientific Computing	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	High-Performance Computing (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215720
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Eigenschaften von Mikroarchitekturen • Parallele Rechnerarchitekturen • Netzwerk-Topologien • Blockalgorithmen zur Ausnutzung von Datenlokalität in tiefen Speicherhierarchien • Prinzipien des parallelen Algorithmenentwurfs • Modellierung von Parallelität (Speedup, Effizienz, Amdahl) und Leistung • Einführung in parallele Programmierung • Weitere ausgewählte Themen
Lernziele/Lernergebnisse	Erwerb der folgenden Kenntnisse und Fähigkeiten: • Verständnis der wesentlichen Parallel-Rechnerarchitekturen • Kenntnis grundlegender Entwurfsmethoden für datenlokale serielle und parallele Algorithmen • Beherrschung einfacher Methoden zur Laufzeitanalyse von parallelen Algorithmen • Grundlegendes Verständnis für elementare Operationen der parallelen Programmierung
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Beherrschung der wesentlichen Konzepte imperativer und objektorientierter Programmiersprachen sowie elementarer Programmiertechniken in diesen Sprachen (Vorlesung Programmierung).
Literatur	PDF-Dateien der Folien und Übungen (zum Download), sowie: • G. Hager and G. Wellein: Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers. CRC Computation Science Series, 2010. ISBN: 978-1-4398-1192-4. • J. Hennessy and D. Patterson: Computer Architecture. A Quantitative Approach. Morgan Kaufmann Publishers, Elsevier, 2011. ISBN: 978-0123838728.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Matthias Müller
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung High-Performance Computing (121572001)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung + Übung High-Performance Computing	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	High-performance Matrix Computations (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211911
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The course centers around the idea of developing efficient numerical algorithms for matrix computations through a synergy between mathematics and architectures. The focus is on the most common linear algebra operations: linear systems and eigenproblems. The objective is to attain high performance on a variety of parallel architectures: multi-core processors, GPUs, distributed and hybrid systems. Topics covered: generalized, standard and tridiagonal eigenproblems, matrix factorizations, linear systems. The students are expected to participate in practical programming exercises. The languages of choice are Matlab and C.
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge: On successful completion of this module, students will have knowledge about efficient numerical algorithms for linear systems and eigenproblemsparallel architectures standard numerical linear algebra libraries: BLAS, LAPACK, MKL, Elemental performance metrics: efficiency, strong &; weak scalability, time, space Skills: They should be able to write high-performance code for matrix operations in C design workqueue-based &; multi-threaded parallel algorithms design message-passing-based parallel algorithms Competences: Based on the knowledge and skills acquired, they should be able to identify opportunities for parallelism in matrix operations tailor algorithms for a specific target architecture (shared memory architectures, distributed memory architectures, accelerators)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Voraussetzung: Knowledge from Numerical linear algebra.Principles of algorithms and Knowledge from programming.Familiarity with Matlab and C.
Literatur	Lecture slides Diaries from the computer sessions G. Golub, C. van Loan. Matrix Computations. Third Edition, 1996. G. Meurant. Computer Solution of Large Linear Systems. North Holland, Amsterdam, 1999<
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The grading results from 100% of the final exam of this module. The exam can be a written or an oral exam. The final form of the examination is announced at the beginning of the lecture. If it is intended that homework will count for the examination grade, the respective paragraphs of the examination regulations have to be followed. The exam is done at the end of the lecture period.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator:Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Paolo Bientinesi Ph. D.
ECTS Credits	6

Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam High-performance Matrix Computations (121191101)	2. Semester	1. Semester	6	0
Exercise High-performance Matrix Computations (121191102)	2. Semester	1. Semester	0	1

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture High-performance Matrix Computations	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Leistungs- und Korrektheitsanalyse paralleler Programme (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215722
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Skalierbarkeit von parallelen Anwendungen • Performance-Monitoring (Profiling, Tracing, Event-Driven, Sample-Driven) • Instrumentierung • Methoden der Leistungsanalyse - Fehlerklassen (Deadlocks, Race Conditions) • Klassische Debugging Technologie - Methoden zur Fehlererkennung (Statische Programmanalyse, Laufzeit, Formale Methoden) • Fehler bei der Programmierung mit MPI • Deadlockerkennung • Designmethoden zur Fehlervermeidung und –erkennung (Assertions, Correctness-by-Construction)
Lernziele/Lernergebnisse	• Methoden zur Leistungsanalyse von parallelen Programmen • Validierung und Fehlererkennung in parallelen Programmen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnis serieller Programmiersprachen und elementarer Programmiertechniken (Vorlesung Programmierung). Beherrschung der wesentlichen Konzepte der Parallelverarbeitung (Vorlesung Introduction to High-Performance Computing).
Literatur	Raj Jain: The Art of Computer Systems Performance Analysis John Wiley &; Sons, Inc., 1991 (ISBN: 0-471-50336-3)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Matthias Müller
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0

Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in die Leistungs- und Korrektheitsanalyse paralleler Programme (121572202)	1. Semester	2. Semester	0	1
Prüfung Einführung in die Leistungs- und Korrektheitsanalyse paralleler Programme (121572201)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in die Leistungs- und Korrektheitsanalyse paralleler Programme	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Parallele Programmierung II (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215726
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Diese Vorlesung behandelt fortgeschrittene Themen der parallelen Programmierung für wissenschaftlich/technische Anwendungen. Die Betonung liegt auf Programmiermodellen, die vorwiegend im High-Performance Computing eingesetzt werden. • POSIX Threads • Programmierung von GPUs • Fortgeschrittene MPI Features • PGAS-Sprachen
Lernziele/Lernergebnisse	• Knowledge: Deeper insight into parallel programming and advanced parallel programming interfaces for high-performance computing. • Skills: Writing correct and efficient parallel programs using the advanced interfaces. • Competences: Designing parallel programs for compute-intensive tasks in science and engineering using the advanced interfaces.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse der Programmiersprache C. Kenntnisse aus den Vorlesungen 'Parallele Programmierung I' oder 'Einführung in das Hochleistungsrechnen'
Literatur	• T. Rauber, G. Rünger: Parallele Programmierung, Springer, 2. Auflage, 2007 • D. Kirk: Programming Massiveley Parallel Processors, Morgan Kaufmann, 2010 • W. Gropp, E. Lusk, R. Thakur: Using MPI-2: Advanced Features of the Message-Passing Interface, The MIT Press, 1999. • T. El-Ghazawi, W. Carlson, T. Sterling: UPC: Distributed Shared Memory Programming, John Wiley &; Sons, 2005.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Fachgruppe Informatik
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Parallele Programmierung II (121572602)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Parallele Programmierung II (121572601)	2. Semester	1. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Parallele Programmierung II	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1221329
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Inhalt 1. Dynamische Fahrzeugmodelle Kinematische und kinetische Massenpunkt- und Einspurmodelle 2. Regelungstechnik und Optimierung Regelkreisglieder, Stabilität von Regelkreisen, digitale Regelung, Zustandsraumdarstellung, Modellprädiktive Regelung, konvexe Optimierung, nicht-konvexe Optimierung 3. Wahrnehmung Straßenkarten, Navigation, Kalman-Filter, Maschinelles Lernen 4. Netzwerk und Verteilung Graphentheorie, Verteilte Algorithmen, kooperative und nicht-kooperative Ansätze zur vernetzten Regelung 5. Softwarearchitekturen und Testkonzepte Dienstorientierte Softwarearchitekturen, Vorgehensmodelle und In-the-Loop Tests von vernetzten Systemen 6. Fallstudie Entwicklung eines Beispielsystems bestehend aus einer Fahrzeugkolonne
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung kennen die Studierenden Methoden zur Entwicklung von Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen • kennen die Studierenden die Themengebiete, die zur Umsetzung von Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen relevant sind • verstehen die Studierenden verschiedene Verfahren zur Modellbildung, Regelung, Optimierung, Wahrnehmung, Verteilung sowie zum Entwurf und Testen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen und können deren Anwendungsgebiete benennen • kennen die Studierenden die Herausforderungen bei der echtzeitfähigen Algorithmenumsetzung für vernetzte und automatisierte Fahrzeuge • wissen die Studierenden verschiedene Ansätze und Vorgehensmodelle zur Entwicklung von Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen sowie deren Vor- und Nachteile. Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die nötigen Schritte zur erfolgreichen Entwicklung von Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen in vernetzten und autonomen Fahrzeugen selbständig durchzuführen. Hierbei berücksichtigen sie eigenverantwortlich die unterschiedlichen Aspekte bei der Entwicklung und können bewerten, inwiefern die zur Verfügung stehenden Ansätze, Methoden und Algorithmen Anwendbarkeit finden. Sie sind ferner in der Lage, verschiedene Regelungs- und Wahrnehmungsalgorithmen zu synthetisieren. Darüber hinaus können sie durch die Erprobung im Labor praktische Aspekte berücksichtigen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	Literatur: R. Rajamani: Vehicle Dynamics and Control. 2. Auflage, Springer, 2005. S. Boyd and L. Vandenberghe. Convex Optimization. Cambridge University Press, 2004. J. Maciejowski. Predictive Control With Constraints. Prentice Hall, 2002. D. Simon. Optimal State Estimation: Kalman, H Infinity, and Nonlinear Approaches. John Wiley & Sons, 2006. D. Abel, A. Bollig. Rapid Control Prototyping. Springer, 2006.

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich - zu 50% aus einem Praktikum (absolviert im Rahmen der Laborübung) sowie - zu 50% aus einer abschließenden mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr.-Ing. Bassam Alrifaee
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	20
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Laborübung Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen (122132901)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Prüfung Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen (122132902)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Regelung und Wahrnehmung in Vernetzten und Autonomen Fahrzeugen	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Introduction to Algorithmic Differentiation (Wahlpflichtfach)
Kennung	1221327
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	We discuss the algorithmic differentiation of differentiable numerical programs, that is the generation of first-, second- and higher-order tangent and adjoint code by • operator and function overloading in C++ • manual source transformation • automatic source transformation
Lernziele/Lernergebnisse	• Knowledge: understanding of fundamental algorithmic differentiation (AD) modes • Skills: ability to apply AD software to differentiable numerical programs • Competences: choice of appropriate AD mode for a given task
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	• Introduction to Programming • Introduction to Calculus
Literatur	• Set of slides • Example programs • Naumann: The Art of Differentiating Computer Programs. SIAM 2012. • Griewank, Walther: Evaluating Derivatives. SIAM 2008. • References to relevant current literature and online materials
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur (100 %).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Uwe Naumann
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Introduction to Algorithmic Differentiation (122132702)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	1
Prüfung Introduction to Algorithmic Differentiation (122132701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in Algorithmisches Differenzieren	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Reinforcement Learning and Learning-based Control (Wahlpflichtfach)
Kennung	4026526
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Class outline: • Reinforcement learning problem and its relation to control • Markov decision process • Dynamic programming • Tabular reinforcement learning • Reinforcement learning with function approximation incl. deep RL • Policy gradient methods • Model learning • Controller learning
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: The course “Reinforcement Learning and Learning-based Control” covers fundamentals and state-of-the art methods in reinforcement learning and learning-based control. Reinforcement learning (RL) is a machine learning paradigm that aims at learning action or control policies from data generated through interaction with an environment. It is one important subfield of learning-based control (LBC), which more broadly denotes the intersection of the areas of automatic control and machine learning. Both, RL and LBC are very active and interdisciplinary areas of research. The first part of the module introduces and formalizes the reinforcement learning problem and its connections with dynamical systems and control. Building on the formulation as a Markov decision process, core concepts of RL and optimal control will be developed. After establishing understanding and fundamental concepts of RL theory, modern algorithms including deep RL approaches are introduced. In addition to RL, the course covers further essential topics of learning-based control, including model learning and modern controller tuning techniques Fertigkeiten und Kompetenzen: The course combines profound understanding of theoretical foundations with the application of state-of-the-art techniques to engineering problems. Students acquire a solid foundation of reinforcement learning theory and learningbased control. They will gain insight into how machine learning and control techniques can be combined, and what special challenges exist. Further, students will be exposed to state-of-the-art algorithms and methods such as deep reinforcement learning and model learning, including hands-on programming exercises.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Basic knowledge in probability theory and supervised machine learning (such as covered in Computer Science in Mechanical Engineering 2 or Machine Learning, for example)
Literatur	Reinforcement Learning: An Introduction, 2nd edition; Richard S. Sutton, Andrew G. Barto; MIT Press; 2018 Empfohlene weiterführende Literatur:

	Will be announced in the lecture.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	100% grade of the exam.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. Sebastian Trimpe
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Reinforcement Learning and Learning-based Control (402652601)	2. Semester	1. Semester	6	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Reinforcement Learning and Learning-based Control	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Reinforcement Learning and Learning-based Control	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Advanced Algorithmic Differentiation (Wahlpflichtfach)
Kennung	1221328
Version	V1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Sommersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Essential AD • Exploitation of Jacobian and Hessian Sparsity • Limited Memory Adjoints • Elimination Methods for Jacobians • Symbolic Tangents and Adjoints • AD Mission Planning
Lernziele/Lernergebnisse	• Knowledge: understanding of algorithmic differentiation (AD) beyond the black-box perspective • Skills: ability to design scalable and efficient AD solutions • Competences: AD mission planning
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Introduction to Algorithmic Differentiation
Literatur	• Set of slides • Example programs • Naumann: The Art of Differentiating Computer Programs. SIAM 2012. • Griewank, Walther: Evaluating Derivatives. SIAM 2008. • References to relevant current literature and online materials
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Uwe Naumann
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Excercise Advanced Algorithmic Differentiation (122132802)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Exam Advanced Algorithmic Differentiation (122132801)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Advanced Algorithmic Differentiation	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Advanced C++ (Wahlpflichtfach)
Kennung	1228566
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Sommersemester 2023
Gültig bis	-
Modulniveau	Master

Inhalt	• development environment
	  • build system
	  • git
	  • integrated development environment (IDE)
	  • debugging: valgrind, gdb, sanitizer
	  • testing: gtest
	  • benchmarking: google benchmark
	  • compiler explorer (godbolt.org), cppinsights.io, quick-bench.com
	• RAII
	  • object lifetime
	  • exception safety
	  • smart pointer
	  • STL container
	• class design
	  • uniform initialization
	  • rule of 5, rule of 0
	  • =default, =delete
	  • copy elision
	  • move semantics
	  • rvalue reference
	  • universal/forwarding reference
	  • std::forward
	• specifiers
	  • auto
	  • typedef
	  • decltype

- constexpr, consteval
- C++ templates and template type deduction
  - function templates
  - class templates
  - variadic templates
  - template specialization
  - SFINAE
- type traits and concepts
  - type traits
  - enable_if
  - remove_cvref
  - concepts
- expression templates
- callables
  - std::function
  - lambda
  - STL iterator
  - STL algorithm
- parallelization
  - threads
- error propagation
  - exceptions

Lernziele/Lernergebnisse	• Knowledge: understanding of selected advanced concepts and language features provided by modern C++ • Skills: ability to write C++ programs that use advanced features of modern C++ • Competences: selection of appropriate advanced features of C++ for a given software development problem
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Einführung in die Programming mit C++
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Uwe Naumann
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Advanced C++ (122856601)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung + Übung Advanced C++	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	4

Modultitel	Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning (Wahlpflichtfach)
Kennung	4028624
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2023
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The use of machine learning and artificial intelligence has a huge potential for building future engineering systems such as autonomous robots, vehicles, or smart infra-structure systems. This is an interdisciplinary seminar offered in mechanical engineering and computer science due to the interdisciplinary nature of the topic. In addition to the challenges of designing ML and Al systems, it is critical to analyze the mathematical properties of these algorithms. This seminar will focus on some of the underlying mathematics of modern methods. The number of places for this seminar is limited.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: You will leam about topics of current research in machine learning and focus on the underlying mathematical concepts. Many modern machine learning methods are readily implemented and can be used rather straightforwardly on a given data set. However, often this yields poor results. Thus, it is important to understand how the algorithms work and what mathematical properties of the data are critical to ensure good performance. A prominent example is correlated data, which can have dramatic consequences for certain methods and be manageable for others. The amount and quality of data is also an important aspect that heavily influences the success of the leaming outcome. Fertigkeiten und Kompetenzen: You will prepare an assigned topic, familiarize with the mathematical details, and give a presentation to your peers. There will be theorems and proofs. You need to under-stand and reproduce the mathematical arguments, reasoning and rigor.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Prior knowledge in probability theory and machine learning is recommended.
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The attendance of the course is mandatory. Presentation (40%) and written report (60%).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Sebastian Trimpe
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning (402862401)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Statistische Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215695
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Introduction/Motivation | Linguistic and Statistical Foundations | Text and Document Classification | Language Modelling | Part-of-Speech (POS) Tagging | Information Extraction by Tagging | Probabilistic Context Free Grammars and Parsing | Machine Translation
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge: On successful completion of this module, students should be able to:describe the various applications of advanced state-of-the-art methods of Natural Language Processing. | describe the fundamental properties and methods of Natural Language Processing. | describe the advanced methods for training a Natural Language Processing: system. | describe the trade-off between system complexity and performance in an advanced Natural Language Processing system. Skills: They should be able to:to train the parameters of a Natural Language Processing system using advanced training methods. | apply and implement advanced methods of Natural Language Processing | measure and analyse the performance of a Natural Language Processing | system in complex real-life applications. Competences: Based on the knowledge and skills acquired they should:have an overview of advanced methods in Natural Language Processing. | be able to apply advanced methods of Natural Language Processing. | be in a position to analyze specific problems in a real-life application of Natural Language Processing systems.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse aus „Einführung in die Stochastik“, „Datenstrukturen und Algorithmen“, „Formale Systeme, Automaten, Prozesse“.
Literatur	C. D. Manning, H. Schütze: Foundations of Statistical Natural Language Processing. MIT Press, Cambridge, MA, 1999. | D. Jurafsky, J. H. Martin: Speech and Language Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2000. | Folien/Lecture Notes: http://www-i6.informatik.rwth-aachen.de/web/Teaching/
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Hermann Ney
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)
Gesamtstunden (h)	240,0

Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	150,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Statistische Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache (121569502)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Statistische Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache (121569501)	2. Semester	1. Semester	8	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Statistische Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Automatische Spracherkennung (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215750
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Introduction/motivation. | Digital signal processing. | Spectral Analysis. | Time alignment and isolated word recognition. | Statistical interpretation and models. | Connected Word Recognition. | Large Vocabulary Speech Recognition.
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge: On successful completion of this module, students should be able to: describe the components and formalisms of a state-of-the-art automatic speech recognition system; | state the optimization problems underlying training, adaptation, and recognition using state-of-the-art automatic speech recognition components and underlying models. Skills: They should be able to:apply state-of-the-art automatic speech recognition components; | solve the optimization problems underlying training, adaptation, and recognition using state-of-the-art automatic speech recognition components and underlying models; | and should have acquired soft skills like developing and testing ASR software in a cooperative environment. Competences: Based on the knowledge and skills acquired they should:have an overview of the state-of-the-art in automatic speech recognition; | be able to analyze the effect of the components of state-of-the-art automatic speech recognition systems; | be able to interpret the implementation of a speech recognition system; | be in a position to realize specific problems of automatic speech recognition.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine.
Literatur	Emphasis on signal processing and small-vocabulary recognition: L. Rabiner, B. H. Juang: Fundamentals of Speech Recognition. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1993. | Emphasis on large vocabulary and language modelling: F. Jelinek: Statistical Methods for Speech Recognition. MIT Press, Cambridge, 1997. | Introduction to both speech and language: D. Jurafsky, J. H. Martin: Speech and Language Processing. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 2000. | Advanced topics: R. De Mori: Spoken Dialogues with Computers. Academic Press, London, 199.
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Hermann Ney
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) | 90-120 (schriftlich/written)

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung automatische Spracherkennung (121575002)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung automatische Spracherkennung (121575001)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung automatische Spracherkennung	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Approximation, Bild- und Datenanalyse (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113467
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2006
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	B-Spline-Bezier-Darstellungen, rekursive Auswertungsalgorithmen, Unterteilungstechniken, Quasi-Interpolation, Pade-Approximation, Fourierreihen, schnelle Fourier-Transformation, schnelle Wavelet Transformation, Funktionenräume, Approximationsschranken
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen die wichtigen Konzepte wie Splineapproximation, Bezier-Darstellungen von Polynomen, dünne Gitter, rationale Approximation, Reihenentwicklungen, Waveletentwicklungen sowie prozeduale Methoden wie Unterteilungsalgorithmen kennen lernen; die analytischen Grundlagen zum sachgemäßen Einsatz entsprechender Varianten erwerben. Dies schließt ins-besondere die Fähigkeit ein, Konvergenz- und Fehlerbetrachtungen durchführen zu können, die dabei relevanten Stabilitätsbegriffe zu verstehen sowie Prinzipien der nichtlinearen Approximation in ihrer Wirkungsweise einschätzen zu können. Sie sollen die wichtigsten modernen Techniken zur numerischen Umsetzung der Methoden beherrschen und die Fähigkeit zum flexiblen Umgang mit diesen Konzepten in mindestens einem der erwähnten Anwendungszusammenhänge erwerben.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	Skript, vorlesungsbegleitend ergänzende Literatur
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Siegfried Müller
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Approximation, Bild- und Datenanalyse (111346702)	1. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Approximation, Bild- und Datenanalyse (111346701)	1. Semester	1. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Approximation, Bild- und Datenanalyse	1. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Numerische Analysis IV (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113455
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2007
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Finite Differenzen Verfahren für partielle Differentialgleichungen, Krylovraummethoden, Optimierung und Kontrolltheorie
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen die Klassifizierung partieller Differentialgleichungen durchdringen und ein sicheres Verständnis für die damit verbundenen physikalischen Prozesse entwickeln, Verständnis für grundlegende Prinzipien bei der Diskretisierung von partiellen Differentialgleichungen und bei der Optimierung entwickeln, grundlegende numerische Methoden in ihrer Funktionsweise vertieft verstehen, Grundtechniken wie Finite-Differenzen Verfahren, iterative Lösungsverfahren und Optimierungsmethoden sicher beherrschen und die Fähigkeit zum aktiven Umgang mit den Gegenständen der Lehrveranstaltung erwerben und Verständnis für die angemessenen Stabilitätsbegriffe entwickeln.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Bestandene Module Analysis I, II, Numerische Analysis I, II sowie Kenntnisse des Moduls Numerische Analysis III
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse des Moduls Numerische Analysis III
Literatur	J. Strikwerda, Finite difference schemes and partial differential equations, Wadsworth 1989; W. Hackbusch, Theorie und Numerik elliptischer Differentialgleichungen, Teubner 1986; P. Knabner, L. Angermann, Numerik partieller Differentialgleichungen, Springer 2000; J. Nocedal, S. Wright, Numerical Optimization, Springer; P. Pedregal, Introduction to optimization, Springer 2004
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Sebastian Noelle Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Arnold Reusken
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Numerische Analysis IV (111345502)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Numerische Analysis IV (111345501)	2. Semester	1. Semester	9	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Numerische Analysis IV	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Iterative Löser (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113473
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	-
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Krylov-Teilraumverfahren, Vorkonditionierungstechniken, Mehrgitterverfahren, Gebietszerlegungstechniken, Parallelisierung iterativer Verfahren, Konvergenzanalyse iterativer Löser
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen Verständnis für grundlegende Prinzipien, wie Konvergenz, Konvergenzgeschwindigkeit, Effizienz und Parallelisierung bei iterativen Lösern für diskretisierte partielle Differentialgleichungen entwickeln, die Fähigkeit vertiefen, grundlegende iterative Lösungsverfahren für diskretisierte partielle Differentialgleichungen in ihrer Funktionsweise zu verstehen, die durch sie erreichbaren Ergebnisse einzuschätzen und darauf aufbauend in flexibler Anpassung an neue Aufgabenstellungen die Methoden weiter zu entwickeln, grundlegende Techniken zur numerischen Umsetzung der Methoden beherrschen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse des Moduls Numerische Analysis IV
Literatur	A. Reusken: Iterative methods for solving elliptic boundary value problems (Skript); D. Braess: Finite elements. Theory, fast solvers, and applications in solid mechanics (Cambridge) ; W. Hackbusch: Multigrid methods and applications (Springer)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Arnold Reusken
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Iterative Löser (111347302)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Iterative Löser (111347301)	2. Semester	1. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Iterative Löser	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Mehrgitterverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113441
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Iterative Löser für diskretisierte partielle Differentialgleichungen • Vorkonditionierungstechniken • Mehrgitterverfahren • Konvergenzanalyse iterativer Löser
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studierenden sollen Verständnis für grundlegende Prinzipien, wie Konvergenz, Konvergenzgeschwindigkeit und Effizienz bei iterativen Lösern für diskretisierte partielle Differentialgleichungen entwickeln. • Die Studierenden sollen die Klasse der Mehrgitterverfahren kennenlernen und die wesentlichen Eigenschaften dieser Verfahren verstehen. • Die Studierenden sollen grundlegende Theorie zur Konvergenzanalyse der Mehrgitterverfahren beherrschen. Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Elementare Kenntnisse zu Diskretisierngsverfahren für partielle Differentialgleichungen
(empfohlene) Voraussetzungen	• Elementare Kenntnisse zu Diskretisierngsverfahren für partielle Differentialgleichungen
Literatur	• Reusken (Skript) • D. Braess (Buch), Springer • W. Heckbusch (Buch), Springer
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine maximal 45-minütige mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher MathematikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Arnold Reusken
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	45
Gesamtstunden (h)	150,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Mehrgitterverfahren (111344102)	1. Semester	1. Semester	0	1
Prüfung Mehrgitterverfahren (111344101)	1. Semester	1. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mehrgitterverfahren	1. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Isogeometric Analysis (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011678
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Grundlagen der isogeometrischen Analyse (IGA), insbesondere in Vergleich mit der klassischen Finite-Elemente-Methode • Verfeinerungsstrategien innerhalb der IGA • Anwendung auf strukturmechanische Probleme, Wärmeleitung und Strömungsmechanik • Vergleich zu "NURBS Enchanced Finite Elements", einem zu IGA verwandten Verfahren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Verständnis der grundlegenden Vorgehensweisen bei der Modellierung in CAD-Systemen und bei der klassischen Finite-Elemente-Simulation; Verknüpfung dieser beiden Ansätze zur isogeometrischen Analyse und ihre Anwendung auf verschiedene Problemklassen (Strukturmechanik, Wärmeleitung und CFD) unter Berücksichtigung der Vor- und Nachteile. Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundlagen in numerischen Methoden " Programmierung in Matlab, Octave o.ä.
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen in numerischen Methoden • Programmierung in Matlab, Octave o.ä.
Literatur	• J. A. Cottrell, T. Hughes, Y. Bazilevs: Isogeometric Analysis - Toward Integration of CAD and FEA, Wiley, 2009 • Sevilla, R; Fernandez-Mendez, S. and Huerta A.: 3D NURBS-Enchanced Finite Element Method (NEFEM), International Journal for Numerical Methods in Engineering, 88 (2), 103-125, 2011
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung und Hausaufgaben. Die Endnote ergibt sich zu aus der mündlichen Prüfung plus Bonuspunkteregelung für Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Marek Behr Ph. D.
ECTS Credits	6

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Isogeometric Analysis (401167801)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Isogeometric Analysis	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Computational Modeling of Membranes and Shells (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011674
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Allg. math. Grundlagen 2. Grundlagen der Differentialgeometrie 3. Kurze Zusammenf. der Kontinuumsmechanik 4. Membrankinematik unter Berücksichtigung großer Verformungen 5. Konstitutivgesetze für Membrane 6. Membrangleichgewicht in starker & schwacher Form 7. Zusammenf. Isogeometrischer Finite Elemente Methoden 8. Numerische Diskretisierungsverfahren für Membrane 9. Erweiterung der Theorie auf Schalen 10. Rotationsfreie Diskretisierungsverf. für Kirchhoff-Love Schalen 11. Praktische Umsetzung von 8. & 10.
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen und Verstehen:** Die Studierenden können die Elemente numerischer Modelle für Membrane und Schalen benennen und deren mathematisch-physikalischen Ursprung begründen. Die Studierenden können daraus die besprochenen numerischen Diskretisierungverfahren herleiten. **Fertigkeiten und Kompetenzen:** Die Studierenden können die Membran- und Schalenformulierung auf andere Konstitutivgesetze übertragen, sowie diese Formulierungen in existierende Softwareprogramme implementieren. Sie können die numerischen Ergebnisse solcher Programme hinsichtlich Ihrer Genauigkeit bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen Kontinuumsmechanik; Grundlagen der Finite Element Methode
(empfohlene) Voraussetzungen	**Empfohlene Voraussetzungen** • Kontinuumsmechanik • Grudlagen der Finite Element Methode
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 100 % aus der Note der mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündliche Prüfung Computational Modeling of Membranes and Shells (401167401)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Computational Modeling of Membranes and Shells	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Computational Modeling of Membranes and Shells	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Molecular Mechanics and Multiscale Modelling of Materials (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011511
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Lectures: Introduction to multi-scale modelling Molecular dynamics - Theoretical background of molecular dynamics - Force-probe molecular dynamics simulations - Compute mechanical properties at molecular level Phase field modelling (finite element modelling) - Theoretical background - Reproduce molecular mechanical properties - Validations Multi-scale modelling - Scale bridging - Bottom-up approach - Applications, e.g., spider silk, nacre Exercises: - Molecular dynamics simulations - Force-probe molecular dynamics simulations - Compute mechanical properties at molecular level, e.g., Young's modulus - Finite element simulations based on force-probe molecular dynamics simulations - Validations - Analysis of multi-phasic materials
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Molecular Mechanics and Multi-scale Modelling The need for multi-scale modelling comes usually from the fact that the available macro-scale models are not accurate enough, and the micro-scale models are not efficient enough and/or offer too much information. By combining both viewpoints, one hopes to arrive at a reasonable compromise between accuracy and efficiency. Multiscale models allow us to formulate models that couple together models at different scales. Overall goal: Students are able to bridge the wide range of time and length scales of methods that are inherent in a number of essential phenomena and processes in materials science and engineering. After successfully completing this course, the students will have acquired the following learning outcomes: Knowledge / Understanding - understand the theoretical background of both methods, molecular dynamics and continuum mechanics - are able to compute mechanical properties at molecular level - reproduce molecular material behaviour at macroscopic level - perform multi-scale modelling of hierarchical bio-materials - modelling of fracture at atomistic scale Fertigkeiten und Kompetenzen: Abilities / Skills: - able to deal with molecular dynamics simulations at nano-scale level - perform FEM simulations at macro-scale by using nano-scale mechanical properties - able to perform bottom-up approach in efficient way - knowledge of fracture at nano-scale as well as macro-scale Competence:

	- able to deal with interdisciplinary field problems, e. g., nano-scale MD simulations and macro-scale FEM simulations - use the knowledge to explore naturally available hierarchical materials, which outperform artificial materials in terms of mechanical properties - apply contents of the lecture to natural as well as artificial materials
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	It is advantageous to be familiar with the foundations of continuum mechanics
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Kontinuumsmechanik (Continuum Mechanics)
Literatur	Rapaport, D. C. The art of molecular dynamics simulation Cambridge University Press, 2004 Frenkel, D. &; Smit., B. Understanding molecular simulation: from algorithms to applications Computational science. Academic Press, 2002 Haupt, P. Continuum Mechanics and Theory of Materials Springer-Verlag, Berlin, 2000 Empfohlene weiterführende Literatur: Allen, M. P. &; Tildesley, D. J. Computer simulation of liquids Clarendon Press, Oxford, 1987 Chadwick, P. Continuum mechanics: Concise theory and problems Courier Dover Publications, 1999
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche oder mündliche Prüfung (abhängig von der Teilnehmerzahl)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Molecular Mechanics and Multiscale Modelling (401151101)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Molecular Mechanics and Multi-scale Modelling	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Molecular Mechanics and Multi-scale Modelling	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Computational and Statistical Inverse Problems (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113494
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Examples of inverse problems (Radon transform, diffusion equation) Tikhonov regularization Truncated SVD Introduction to Bayesian sytatistics Classical refularization in the Bayesian framework Computational methods
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and comprehension of different methods for regularization of inverse problems, both from a functional analysis as well as from a statistical point of view. Ability to evaluate different techniques, ability to apply these methods to practical problems
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzung: Bestandene Module Mathematische Grundlagen I-IV, Partielle Differentialgleichungen, Einführung in die angewandte Stochastik
(empfohlene) Voraussetzungen	Bestandenes Modul Funktionalanalysis
Literatur	Mueller, Siltanen: Linear and Nonlinear Inverse problems with Practical Applications, SIAM, 2012 Kaipio, Somersalo: Statistical and Computational Inverse Problems, Springer-Verlag, 2005.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung;Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr. M. Bachmayr
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfungsleistung: Computational and Statistical Inverse Problems (111349401)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/ Übung Computational and Statistical Inverse Problems	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Einführung in hyperbolische Erhaltungssätze (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113005
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Lineare Transportgleichung; Skalare Erhaltungssätze; Charakteristiken; Entstehung von Schocks; Schwache Lösung; Rankine-Hugoniot Bedingung; Entropie-Bedingung; Eindeutigkeit; Riemann-Problem; Godunov-Verfahren; CFL-Bedingung. Lineare hyperbolische Systeme. Massen- und Impuls-Erhaltungssätze der Strömungsmechanik. Implementierung von Finite-Volumen Verfahren und numerische Simulation.
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen am Beispiel skalarer partieller Differentialgleichungen lineare und nichtlineare Transportphänomene wie das Brechen von Wellen kennenlernen. Sie sollen den Begriff der schwachen Lösung und die Rankine-Hugoniot Bedingung verstehen. Für nicht-eindeutige Lösungen sollen sie mittels Entropiebedingungen die physikalisch korrekte Lösung auswählen können. Sie sollen ein erstes numerisches Verfahren in Erhaltungsform sowie die CFL-Bedingung herleiten können. Sie sollen lernen, die Erhaltungssätze der Kontinuums-Mechanik aus Transportsätzen und dem Newtonschen Kraftgesetz herzuleiten. Integraler Bestandteil der Übungen ist die gemeinsame Implementierung von Finite-Volumen Verfahren für skalare Gleichungen und einfachen Strömungsmodellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzung: Differential and integral calculus, including Gauss integral theorem
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse aus Gewöhnliche Differentialgleichungen und begleitend Numerische Analysis III
Literatur	(a) Godlevski-Raviart (Ellipsis), (b) LeVeque (Birk-häuser), (c) Kröner (Wiley-Teubner), (d) Toro (Springer), (e) Chorin-Marsden. Lösen von 50% der Übungsaufgaben und Bestehen einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20-30 Minuten (je nach Wahl Deutsch oder Englisch)
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von 50% der Übungsaufgaben Bestehen einer mündlichen Prüfung im Umfang von 20-30 Minuten (je nach Wahl Deutsch oder Englisch)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Sebastian Noelle
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	135,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in hyperbolische Erhaltungssätze (111300502)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Einführung in hyperbolische Erhaltungssätze (111300501)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in hyperbolische Erhaltungssätze	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Mathematische Modelle in atomistischen Simulationen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1114995
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	The student wlll study In depth a specific topic based on a research article or book chapter. The student will first passively understand the material and then actively present it in form of a presentation and a report. The research topics are in the context of mathematical models and simulation techniques for molecular simulations either for quantum, classical or statistical models.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	None
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Based on the oral presentation (50%) and the report (50%).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher MathematikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Benjamin Stamm
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Report Mathematische Modelle in atomistischen Simulationen (111499502)	2. Semester	1. Semester	1.5	0
Oral Presentation Mathematische Modelle in atomistischen Simulationen (111499501)	2. Semester	1. Semester	1.5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Mathematische Modelle in atomistischen Simulationen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Mathematical Aspects in Computational Chemistry (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113574
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Sommersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Computational chemistry repeatedly uses mathematical concepts in the modelling and the following discretization of the models. We present some models of theoretical chemistry from a mathematical perspective. Topics include electro-static interaction of molecular systems, the passage from classical to quantum mechanics, an introduction to quantum mechanics and the Hartree-Fock model as well as its discretization.
Lernziele/Lernergebnisse	The aim of this class is to gain more insight of mathematical aspects in computational chemistry. The student should get familiar with some well-known concepts in theoretical chemistry and learn the mathematical aspects behind these concepts.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Mathematische Grundlagen I-IV, Partielle Differentialgleichungen Functional Analysis, Partial Equations and its common discretisation, Experience in quantum mechanics (useful but not mandatory)
(empfohlene) Voraussetzungen	None
Literatur	Teilweise: Cancès, E., Defranceschi, M., Kutzelnigg, W., Le Bris, C., &; Maday, Y. (2003). Computational quantum chemistry: a primer. In Handb. Numer. Anal., X (pp. 3– 270). Amsterdam: North-Holland. Chapters 1 and 2.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written or oral examination. Type and length of the exam will be announced in the beginning of the semester.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Benjamin Stamm
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung: Mathematical Aspects in Computational Chemistry (111357402)	1. Semester	2. Semester	0	1
Prüfungsleistung: Mathematical Aspects in Computational Chemistry (111357401)	1. Semester	2. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung: Mathematical aspects in computational chemistry	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Modellreduktionsverfahren I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1116018
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Grundlagen der Reduzierten Basis Methoden für elliptische und parabolische partielle Differentialgleichungen: Approximation, A Posteriori Fehlerschätzer, Offline/Online Zerlegung, Sampling Verfahren, Anwendungsbeispiele aus dem Bereich Ingenieur- und Naturwissenschaften
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen die Reduzierten Basis Methode, ein Modellreduktionsverfahren für hochdimensionale Systeme, kennenlernen. Sie sollen die theoretischen Grundlagen und Funktionsweisen des Verfahrens für einfache Problemklassen verstehen, und ihre Anwendbarkeit auf ingenieurs- und naturwissenschaftliche Probleme einschätzen können.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Kenntnisse Numerische Analysis III, IV Notwendige Voraussetzungen: Das Lösen von Übungsaufgaben ist Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse Numerische Analysis III, IV
Literatur	-
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Martin Grepl Universitätsprofessorin Karen Veroy-Grepl Ph. D.
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung: Modellreduktionsverfahren I (111601802)	1. Semester	1. Semester	0	1
Prüfungsleistung: Modellreduktionsverfahren I (111601801)	1. Semester	1. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung: Modellreduktionsverfahren I	1. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Modellreduktionsverfahren II (Wahlpflichtfach)
Kennung	1116019
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Reduzierte Basis Methoden für Sattelpunkt-Probleme (Stokes) und nichtlineare Probleme. Empirical Interpolation Method, Proper Orthogonal Decomposition, Balanced Truncation Method, Anwendung der Verfahren in Optimierung und optimaler Regelung, Anwendungsbeispiele aus dem Bereich Ingenieur- und Naturwissenschaften.
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen sowohl ihre Kenntnisse über die Reduzierten BasisMethode vertiefen als auch weitere Modellreduktionsverfahren für hochdimensionale Systeme kennenlernen. Sie sollen sollen die theoretischen Grundlagen und Funktionsweisen der Verfahren für komplexere (nichtlineare) verstehen, und ihre Anwendbarkeit auf ingenieurs- und naturwissenschaftliche Probleme einschätzen können. Sie sollen die Grundlage erwerben, zu aktuellen Forschungsthemen in diesem Bereich neue Beiträge leisten zu können.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse Numerische Analysis III, IV
Literatur	-
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Martin Grepl Universitätsprofessorin Karen Veroy-Grepl Ph. D.
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung: Modellreduktionsverfahren II (111601902)	1. Semester	1. Semester	0	1
Prüfungsleistung: Modellreduktionsverfahren II (111601901)	1. Semester	1. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung: Modellreduktionsverfahren II	1. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Fast Algorithms for Boundary Integral Equations (Wahlpflichtfach)
Kennung	4020494
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Sommersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The main objective of this class is twofold: on one hand we establish a connection between boundary value problems and boundary integral equations; on the other, we study discretization techniques for boundary integral operators. We shall restrict our attention to the (positive-definite) Laplace operator and the (indefinite) Helmholtz operator; we introduce Green's function and the single and double layer potentials, and show how those analytical tools can be employed to represent solutions of boundary value problems. We discuss classical discretization techniques, such as the Nystrom method and the Fast Multiple Method (FMM); we conclude by dlscussing some recent developments such as hierarchical matrices and sweeping preconditioners. This is intended as a class that touches on the forefront of research.
Lernziele/Lernergebnisse	Establish a connection between partial differential equations and integral equations; understand properties of integral operators; develop suitable discretization techniques. Green's function for Laplace and Helmholtz operator; Fredholm operator of first and second kind; Fast Multipole Method; Hierarchical rnatrices; Sweeping preconditioner.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Recommended Requirements: Foundations of Lebesgue's theory of integratlon; con-cepts of functlonal analysis; basic knowledge of Matlab
(empfohlene) Voraussetzungen	Foundations of Lebesgue's theory of integratlon; concepts of functlonal analysis; basic knowiedge of Matlab
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	-
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr. Paolo Gatto
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fast Algorithms for Boundary Integral Equations (402049401)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fast Algorithms for Boundary Integral Equations	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3
Übung Fast Algorithms for Boundary Integral Equations	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Finite Element and Volume Methods (Wahlpflichtfach)
Kennung	1121392
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Selected topics of finite element methods for elliptic and parabolic differential equations: stability, weak and mixed formulations, saddle point problems, non-conforming discreti-zations. Finite volume methods for hyperbolic conservation laws: shocks, weak solutions, entro-py concepts. Conservative schemes, TVD schemes, approximate Riemann solvers, discrete entropy conditions, convergence.
Lernziele/Lernergebnisse	The students are to gain a basic understanding of regularity and stability properties of partial differential equations and acquire the most important discretization concepts and their algorithmic implementation. They are to familiarize with important techniques of stability analysis, error control and adaptive refinement strategies, as well as gain basic knowlegde that will enable them to provide new results in the context of current re-search topics.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Knowledge of Numerical Analysis IV und Partial Differential Equations I
Literatur	D. Braess, Finite elements. Theory, fast solvers, and applications in solid mechanics, Springer 1997; S. Brenner, L. Scott, The mathematical theory of finite element methods, Springer 2002; R. LeVeque, Finite volume methods for hyperbolic problems, Cambridge 2002; D. Kröner, Numerical schemes for conservation laws, Wiley-Teubner 1997
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Requirement: Homework Examination: Pass a graded written or oral examination
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Professor Dr. rer. nat. Siegfried Müller
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	90-120 min
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Finite Element and Volume Methods (Tutorial) (112139201)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Finite Element and Volume Methods (Exam) (112139202)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Finite Element and Volume Methods (Lecture)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	4

Modultitel	Multiscale Techniques I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1118163
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Homogenization techniques • Multiscale Algorithms • Multiphysics
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and understanding: Specifically, students know several methods to deal with multiscale problems. Furthermore, students are able to describe the basics of several solution methods (homogenization method, heterogeneous multiscale method, variational multiscale method). Skills and competences: Students are able to apply multiscale techniques to solve engineering problems exhibiting multiscale effects that cannot be resolved but have to be modelled. They can name the advantages and disadvantages of each method. Students can judge whether specific methods are applicable to the specific problem and discuss their results with specialists and colleagues. Finally, students are able to implement the above methods in computer codes. Other (optional): • project management by programming taks • team work by written exercises • discussion of solutions in tutorial class
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Mathematische Grundlagen I-IV, Partielle Differentialgleichungen oder vergleichbare Kenntnisse
Literatur	A. Bensoussan, J.L. Lions, G. Papanicolaou, “Asymptotic analysis for periodic structures”, North-Holland, Amsterdam, 1978; L. Tartar, “The general theory of homogenization. A personalized introduction”, Lecture Notes of the Unione Matematica Italiana, 7. Springer-Verlag, Berlin; UMI, Bologna, 2009.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Mündliche Prüfung, Benotung: benotet, Gewichtung: 100 %
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Siegfried Müller
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Multiscale Techniques I (111816301)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Multiscale Techniques I	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Multiscale Techniques I	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Multiscale Techniques II (Wahlpflichtfach)
Kennung	1118165
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Multiscale Algorithms • Heterogeneous Multiscale Method • Variational Multiscale Method • Multiphysics
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and understanding: Specifically, students know several methods to deal with multiscale problems. Furthermore, students are able to describe the basics of several solution methods (homogenization method, heterogeneous multiscale method, variational multiscale method). Skills and competencies: Students are able to apply multiscale techniques to solve engineering problems exhibiting multiscale effects that cannot be resolved but have to be modelled. They can name the advantages and disadvantages of each method. Students can judge whether specific methods are applicable to the specific problem and discuss their results with specialists and colleagues. Finally, students are able to implement the above methods in computer codes. Other (optional): • project management by programming taks • team work by written exercises • discussion of solutions in tutorial class
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Zulassungsvoraussetzung zur Teilnahme an den Lehrveranstaltungen: keine; empfohlene Vorkenntnisse: Mathematische Grundlagen I-IV, Partielle Differentialgleichungen oder vergleichbare Kenntnisse; Zulassungsvoraussetzung zur Teilnahme an der Prüfung: keine
Literatur	Veranstaltungsliteratur: W. E, B. Engquist, X. Li, W. Ren, Heterogeneous multiscale methods: A review, Commun. Comput. Phys, 2007; T.J.R. Hughes, G. Scovazzi, L.P. Franca, Multiscale and Stabilized Methods, ENCYCLOPEDIA OF COMPUTATIONAL MECHANICS, 2004;
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Mündliche Prüfung, Benotung: benotet, Gewichtung: 100 %
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Siegfried Müller
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Multiscale Techniques II (111816501)	3. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Multiscale Techniques II	3. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Vorlesung Multiscale Techniques II	3. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Finite Element and Volume Methods I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1118272
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Selected topics of finite element methods for elliptic and parabolic differential equations: stability, weak and mixed formulations, saddle point problems, non-conforming discretizations. Selected topics of finite volume methods for hyperbolic conservation laws: shocks, weak solutions, entropy concept, conservative schemes, TVD schemes, approximate Riemann solvers, discrete entropy conditions, convergence.
Lernziele/Lernergebnisse	In this lecture the students are to gain (i) a basuc understanding of regularity and stability properties of partial differential equations and (ii) acquire the most important discretization concepts and their algorithmic implementation. They are to familiarize with important techniques of stability analysis, error control and adaptive refinement strategies. Finally they are to gain basic knowlegdes that will enable them to provide new results in the context of advanced research topics.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	None
Literatur	Current Literature
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Homework Written or Oral Examination
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Prof. Dr. rer. nat. Siegfried Müller
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Finite Element and Volume Methods I (111827201)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0
Exercise Finite Element and Volume Methods I (111827202)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Finite Element and Volume Methods I	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Finite Element and Volume Methods II (Wahlpflichtfach)
Kennung	1118273
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Selected topics of finite element methods for elliptic and parabolic differential equations: stability, weak and mixed formulations, saddle point problems, non-conforming discretizations. Selected topics of finite volume methods for hyperbolic conservation laws: shocks, weak solutions, entropy concept, conservative schemes, TVD schemes, approximate Riemann solvers, discrete entropy conditions, convergence.
Lernziele/Lernergebnisse	In this lecture the students are to gain (i) a basuc understanding of regularity and stability properties of partial differential equations and (ii) acquire the most important discretization concepts and their algorithmic implementation. They are to familiarize with important techniques of stability analysis, error control and adaptive refinement strategies. Finally they are to gain basic knowlegdes that will enable them to provide new results in the context of advanced research topics.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	None
Literatur	Current Literature
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Homework Written or Oral Examination
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Prof. Dr. rer. nat. Siegfried Müller
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Finite Element and Volume Methods II (111827301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0
Exercise Finite Element and Volume Methods II (111827302)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	1

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Finite Element and Volume Methods II	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Numerical methods for Stochastic Differential Equations with connections to Machine Learning (Wahlpflichtfach)
Kennung	1121357
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	- Wiener stochastic process - Ito integrals and Ito Stochastic Differential Equations (SDEs) - Connections to Stratonovich integrals and SDEs - Ito's formula - Monte Carlo method for weak approximation of Ito SDEs: Statistical error analysis - Variance reduction techniques (antithetic variables, control variates and the multilevel Monte Carlo method, importance sampling) - Connections between Ito SDEs and linear Partial Differential Equations (PDEs): the Kolmogorov backward equation, the Kolmogorov forward (Fokker– Planck) equation and the Feynman–Kac representation. - Time discretization approximation error in SDEs, error control and adaptivity. - Stochastic Optimal Control and the Hamilton Jacobi Bellman PDE. - Connections between Stochastic optimization, Machine Learning and SDEs Other topics that may be addressed if time allows, possibly via final course projects: Calibration and Inference for SDEs. Data Assimilation with SDEs.
Lernziele/Lernergebnisse	The goal of this course is to give basic knowledge of the treatment of stochastic differential equations and their numerical solution, useful for scientific and engineering modeling, guided by some problems in applications in financial mathematics, material science, geophysical flow problems, crowd flows, stochastic optimal control theory, machine learning and Monte Carlo methods. We will discuss basic questions for solving stochastic differential equations, e.g., to approximate the price of an option is it more efficient to solve the deterministic Black– and Scholes partial differential equation or use a Monte Carlo method based on a stochastic representation? The course treats the basic theory of stochastic differential equations including weak and strong approximation, efficient numerical methods and error estimates, the relation between stochastic differential equations and partial differential equations, stochastic partial differential equations, variance reduction and the Multilevel Monte Carlo method, etc. It also addresses Optimal control for ODEs and SDEs and its connections to the Hamilton–-Jacobi–Bellman nonlinear PDE. Finally, the course revisits stochastic gradient descent methods interpreting them in terms of SDE discretizations. By the end of the course, the student must be able to: formulate basic properties of the Wiener process define the Ito integral apply Ito's formula for stochastic differentials discretize a given SDE and check resulting approximation properties implement the Monte Carlo and Multilevel Monte Carlo methods for discretizations of SDEs apply variance reduction techniques, including the Multilevel Monte Carlo method state Kolmogorov's backward and forward equations for a given SDE control the discretization errors arising in a Monte Carlo method for the weak approximation of SDEs formulate and discretize Optimal control problems for ODEs and SDEs formulate machine learning problems and their corresponding stochastic gradient descent methods, interpreting them in terms of SDE discretizations.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwenidge Voraussetzungen: Prerequisite for exam participation: Solving of tutorial exercises

(empfohlene) Voraussetzungen	None
Literatur	Literature will be given in the lecture
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Prerequisite for exam participation: Solving of tutorial exercises The grading consists of three parts: homework problems, oral presentations and a written exam will be announced at the beginning of the course
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Raul Tempone
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	90-120 min
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Tutorial: Numerical methods for Stochastic Differential Equations with connections to Machine Learning (112135702)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Assessment: Numerical methods for Stochastic Differential Equations with connections to Machine Learning (112135701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	9	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Numerical methods for Stochastic Differential Equations with connections to Machine Learning	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	4

Modultitel	Optimierung A (Wahlpflichtfach)
Kennung	1111033
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	-
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Optimalitätskriterien für Probleme mit und ohne Nebenbedingungen, Satz von Karush-Kuhn-Tucker, Parametrische und semi-infinite Optimierung, Konvexität, Dualität, Trennungssätze, lineare Ungleichungssysteme, Constraint Qualifications, Lineare Optimierung, Simplex-Verfahren, Ellipsoid-Algorithmus von Khachyan, Karmarkar-Algorithmus. Gradienten- und Newton Verfahren, SQP-Verfahren, Konjugierte Richtungen, DFP- und BFGS-Verfahren, Nichtglatte Optimierung, Bündelmethoden, Innere-Punkte Methoden, Homotopieverfahren, Einführung in die Morse Theorie
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnisse in der lokalen und globalen Analyse von (nicht) linearen Optimierungsproblemen, Kenntnis moderner Methoden zur Lösung von (nicht) linearen Optimierungsproblemen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	H.Th. Jongen, P. Jonker, F. Twilt: Nonlinear Optimization in Finite Dimensions, Kluwer Verlag (2000); H.Th. Jongen, K. Meer, E. Triesch: Optimization Theory, Kluwer Verlag (2004)
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung (benotet); Prüfungsdauer und –art werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr. rer. nat. Harald Günzel
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Optimierung A (111103302)	1. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Optimierung A (111103301)	1. Semester	1. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Optimierung A	1. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Optimierung B (Wahlpflichtfach)
Kennung	1112717
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	-
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Graphentheoretische Probleme, Flüsse in Netzwerken, ganzzahlige lineare Optimierung, Komplexitätstheorie (die Klassen P und NP, NP-vollständige Probleme), Approximationsalgorithmen, probabilistische Analyse
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnis der wichtigsten algorithmischen Methoden und Struktursätze der Diskreten Optimierung, Fähigkeit zur komplexitätstheoretischen Einordnung der Optimierungsprobleme
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine ;
Literatur	H.Th. Jongen, K. Meer, E. Triesch: Optimization Theory, Kluwer Verlag (2004); B. Korte, J. Vygen: Combinatorial Optimization, Springer (2002); A. Schrijver: Combinatorial Optimization, Springer (2003)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung (benotet); Prüfungsdauer und -art werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Büsing/Koster
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Optimierung B (111271702)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Prüfungsleistung: Optimierung B (111271701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Optimierung B	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	4

Modultitel	Partielle Differentialgleichungen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1114965
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Übergreifende Inhaltsübersicht: Variationsformulierung für elliptische Probleme 2. Galerkin Technik, Lax-Milgram 3. Finite-Elemente-Verfahren für elliptische Probleme 4. Moderne iterative Verfahren: PCG, Mehrgittermethode 5. Methode der Linien für parabolische Probleme 6. Finite-Volumen-Methode 7. Sattelpunktprobleme: Stokes-Gleichungen 8. Navier-Stokes-Gleichung (inkompressibel)
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen • Verständnis für grundlegende Prinzipien bei der Diskretisierung von partiellen Differentialgleichungen entwickeln. • die Fähigkeit vertiefen, grundlegende numerische Methoden zur Lösung partieller Differentialgleichungen in ihrer Funktionsweise zu verstehen, die durch sie erreichbaren Ergebnisse einzuschätzen und darauf aufbauend in flexibler Anpassung an neue Aufgabenstellungen die Methode weiter zu entwickeln. • Diskretisierungstechniken wie Finite Elemente und Finite Volumenverfahren sicher beherrschen. • Grundtechniken aus dem Bereich iterativer Lösungsverfahren für diskretisierte partielle Differentialgleichungen sicher beherrschen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Bestandene Module Analysis I, II, III, Lineare Algebra I Eine
(empfohlene) Voraussetzungen	(Kenntnisse) Mathematische Grundlagen IV
Literatur	• Knabner, Angermann, Numerik partieller Differentialgleichungen(Springer 2000) • Elman, Silvester, Wathen, Finite Elements and Fast Iterative Solvers (Oxford University Press, 2005).
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher MathematikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Martin FrankUniversitätsprofessor Dr.techn. Joachim Schöberl
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Partielle Differentialgleichungen (111496502)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Partielle Differentialgleichungen (111496501)	2. Semester	1. Semester	9	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Partielle Differentialgleichungen	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Partielle Differentialgleichungen II (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113633
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Evolutionsgleichungen: Spezielle Gleichungen, Maximum-Prinzipien, schwache Formulierung, Existenztheorie, Regularität, Nichtlineare Gleichungen, Qualitative Theorie
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen Techniken der Analysis I - III und der Partiellen Differentialgleichungen I in einem Kerngebiet der modernen Mathematik anwenden. Es wird die Fähigkeit vermittelt, sich eigenständig in einen Themenbereich der aktuellen Forschung einzuarbeiten. Die Studierenden sollen die zentrale Rolle der Partiellen Differentialgleichungen in Natur- und Ingenieurwissenschaften kennen lernen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Bestandene Module Analysis I, II, III, Lineare Algebra I sowie Kenntnisse des Moduls Partielle Differentialgleichungen
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundkenntnisse des Moduls Partielle Differentialgleichungen I
Literatur	L.C. Evans: Partial Differential Equations, AMS 1998; M. Renardy, R. Rogers: An Introduction to Partial Differential Equations, Springer-Verlag 2004; E. Di Benedetto: Partial Differential Equations, Birkhäuser 1995; D. Henry: Geometric Theory of Semilinear Parabolic Equations, Springer-Verlag 1981; J. Smoller: Stock Waves and Reaction Diffusion Equations, Springer-Verlag 1983; G.R. Sell, Y. You: Dynamics of Evolutionary Equations, Springer-Verlag 2002
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Christof Erich Melcher Dr. rer. nat. Alfred Wagner
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0

Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Partielle Differentialgleichungen II (111363302)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Partielle Differentialgleichungen II (111363301)	1. Semester	2. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Partielle Differentialgleichungen II	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Variationsrechnung I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113554
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2006
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Euler-Lagrange-Gleichungen, eindimensionaler Variationsintegrale, Sobolev-Funktionen auf beschränkten Gebieten, Dirichlet-Prinzip, Kompaktheitskriterien, Unterhalbstetigkeit, Existenzsätze, Regularität schwacher Lösungen
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen in ein klassisches Teilgebiet der Mathematik eingeführt werden. Dazu werden Begriffe wie Minimum, Maximum und kritischer Punkt, die aus der Analysis I, II bekannt sind, erweitert und klassische eindimensionale Minimierungsaufgaben vorgestellt. Die Studierenden sollen befähigt werden, eigenständig Minimierungsprobleme zu formulieren und zu bearbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Bestandene Module Analysis I, II, III
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	G. Buttazzo, M. Giaquinta, S. Hildebrandt: One Dimensional Variational Problems, Oxford University Press 1988; U. Brechtken-Manderscheid: Einführung in die Variationsrechnung, Wissenschaftliche Buchgesellschaft 1983; W. Rudin: Reelle und Komplexe Analysis, Oldenbourg Verlag 1999;
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Christof Erich Melcher Dr. rer. nat. Alfred Wagner
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0

Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Variationsrechnung I (111355402)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Variationsrechnung I (111355401)	1. Semester	2. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Variationsrechnung I	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Variationsrechnung II (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113649
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Euler-Lagrange-Gleichungen eindimensionaler Variationsintegrale, Sobolev-Funktionen auf beschränkten Gebieten, Dirichlet-Prinzip, Kompaktheitskriterien, Unterhalb-stetigkeit, Existenzsätze, Regularität schwacher Lösungen
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen aufbauend auf der Variationsrechnung I in die mehrdimensionale Variationsrechnung eingeführt werden. Viele Beispiele in der Physik und den Ingenieurwissenschaften lassen sich als Minimierungsprobleme formulieren. Es werden grundlegende Techniken für das Auffinden von Lösungen dieser Probleme vermittelt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundkenntnisse des Moduls Variationsrechnung I
Literatur	J. Jost, X. Li-Jost: Calculus of Variations, Cambridge University Press 1998; M. Giaquinta, S. Hildebrandt: Calculus of Variations I, II, Springer-Verlag Berlin 1996; C.B. Morrey: Multiple Integrals in the Calculus of Variations, Springer-Verlag New York 1966
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgabe Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr. rer. nat. Alfred Wagner
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Variationsrechnung II (111364902)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Variationsrechnung II (111364901)	2. Semester	1. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Variationsrechnung II	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Mathematische Modelle der Natur- und Ingenieurwissenschaften (PDEs) (Wahlpflichtfach)
Kennung	1114969
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Mathematische Grundlagen 2. Kinematik 3. Feldgleichungen 4. Festkörpermechanik 5. Thermodynamik 6. Strömungslehre 7. Kinetische Gastheorie 8. Elektrodynamik 9. Magnetohydrodynamik
Lernziele/Lernergebnisse	Technisch-physikalische Prozesse, die kontinuierlich in Raum und Zeit sind, werden mit partiellen Differentialgleichungen (PDEs) beschrieben. Ziel der Vorlesung ist es die Zusammenhänge der relevanten partiellen Differentialgleichungen der angewandten Mathematik aufzuzeigen und den Prozess der Modellierung vom physikalischen Konzept über die mathematischen Gleichungen bis zum konkreten Resultat zu beherrschen. Die Vorlesung präsentiert eine zusammenhängende mathematische Herleitung und Diskussion verschiedener partieller Differentialgleichungen als Modelle für technische und naturwissenschaftliche Prozesse.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Empfohlene Voraussetzungen: " Mathematische Grundlagen I-III " Erfahrung mit Matlab/Maple/Mathematica nützlich
(empfohlene) Voraussetzungen	(Kenntnisse) Mathematische Grundlagen I-III Erfahrung mit Matlab/Maple/Mathematica nützlich
Literatur	• teilweise: R. Temam, A. Miranville, Mathematical Modeling in Continuum Mechanics, Cambridge University Press, 2000
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung und Bearbeitung von Hausaufgaben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher MathematikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Martin FrankUniversitätsprofessor Dr. Manuel Torrilhon
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5

Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Mathematische Modelle der Natur- und Ingenieurwissenschaften (PDEs) (111496902)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	5
Prüfung Mathematische Modelle der Natur- und Ingenieurwissenschaften (PDEs) (111496901)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

Modultitel	Mathematische Modelle (ODEs) (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113517
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Gewöhnliche Differentialgleichungen (ODEs) bilden die Grundlagen von vielen zeitabhängigen Prozessen in den Natur- und Ingenieurwissenschaften. Anhand verschiedener Anwendungsbeispiele wird in der Vorlesung gezeigt wie sich die mathematischen Eigenschaften von ODEs in der Modellierung wiederfinden. Mögliche Themen sind: Multi-Skalen Relaxation, Populationsmodelle, Räuber-Beute-Interaktion, Chemische Reaktionen, Newton-Mechanik, Wärmeleitung, etc.
Lernziele/Lernergebnisse	Ziel der Vorlesung ist es die qualitativen Eigenschaften von Lösungen von ODEs in der angewandten Mathematik zu verstehen und den Prozess der Modellierung vom physikalischen Konzept über die mathematischen Gleichungen bis zum konkreten Resultat zu beherrschen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mathematische Grundlagen I-III " Erfahrung mit Matlab/Maple/Mathematica nützlich
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	teilweise: K.K.Tung, Topics in Mathematical Modeling, Princeton University Press, 2007
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Prüfungsleistung: Projektarbeit, mündliche Prüfung, Hausaufgaben; Prüfungsdauer wird am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Manuel Torrilhon
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Mathematische Modelle (ODEs) (111351702)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Prüfungsleistung: Mathematische Modelle (ODEs) (111351701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mathematische Modelle (ODEs)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Adaptive Methoden für partielle Differentialgleichungen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013869
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Rückblick: konforme Finite Elemente Methoden (FEM Discontinuous Galerkin Methodengemischte und hybride FEM FehlerschätzerGrundlagen adaptive Methodenh/p-adaptive MethodenZielorientierte Adaption mittels adjungierter Methodenanisotrope Adaptionmetrikbasiere Adaptionsmethoden
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden verstehen und beherrschen fortschrittliche, insbesondere adaptive, finite Elemente Methoden für partielle Differentialgleichungen. Sie verstehen die Besonderheiten die hierbei für unterschiedliche Gleichungstypen zu beachten sind. Die Studierenden verstehen analytische Ergebnisse zu adaptiven Methoden ebenso wie Methoden zur effizienten Implementierung. Fertigkeiten und Kompetenzen: Anhand der erworbenen Kenntnisse können die Studierenden für unterschiedliche Differentialgleichungen geeignete adaptive Methoden zur numerischen Behandlung auswählen. Studierende können Computerprogramme zur Implementierung der besprochenen Methoden erstellen. Sie können aus frei verfügbaren externen Programmbibliotheken jeweils nützliche Module zur Unterstützung der Implementierung auswählen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen der numerischen Behandlung von partiellen Differentialgleichungen (insbes. finite Elemente Methoden) z.B. "Numerical Methods for PDE" [MSSiSc-1004] oder "Partielle Differentialgleichungen" [BSCES-5212/11] Programmiererfahrung Literatur: Veranstaltungsliteratur
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen der numerischen Behandlung von partiellen Differentialgleichungen (insbes. finite Elemente Methoden) z.B. "Numerical Methods for PDE" oder "Partielle Differentialgleichungen" • Programmiererfahrung
Literatur	**Veranstaltungsliteratur:** Skripte zur Vorlesung und Übung zum Download **Empfohlene weiterführende Literatur:** C. Schwab: p- and hp- finite element methods, Clarendon, 1998
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Endnote ergibt sich aus: 50 % Prüfung, 40% Projektarbeit, 10% Vortrag
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Georg May Ph. D.
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Adaptive Methoden für partielle Differentialgleichungen (401386901)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Adaptive Methoden für partielle Differentialgleichungen	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Adaptive Methoden für partielle Differentialgleichungen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Isogeometric Analysis (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011678
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Grundlagen der isogeometrischen Analyse (IGA), insbesondere in Vergleich mit der klassischen Finite-Elemente-Methode • Verfeinerungsstrategien innerhalb der IGA • Anwendung auf strukturmechanische Probleme, Wärmeleitung und Strömungsmechanik • Vergleich zu "NURBS Enchanced Finite Elements", einem zu IGA verwandten Verfahren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Verständnis der grundlegenden Vorgehensweisen bei der Modellierung in CAD-Systemen und bei der klassischen Finite-Elemente-Simulation; Verknüpfung dieser beiden Ansätze zur isogeometrischen Analyse und ihre Anwendung auf verschiedene Problemklassen (Strukturmechanik, Wärmeleitung und CFD) unter Berücksichtigung der Vor- und Nachteile. Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen in numerischen Methoden • Programmierung in Matlab, Octave o.ä.
Literatur	• J. A. Cottrell, T. Hughes, Y. Bazilevs: Isogeometric Analysis - Toward Integration of CAD and FEA, Wiley, 2009 • Sevilla, R; Fernandez-Mendez, S. and Huerta A.: 3D NURBS-Enchanced Finite Element Method (NEFEM), International Journal for Numerical Methods in Engineering, 88 (2), 103-125, 2011
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung und Hausaufgaben. Die Endnote ergibt sich zu aus der mündlichen Prüfung plus Bonuspunkteregelung für Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Marek Behr Ph. D.
ECTS Credits	6

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Isogeometric Analysis (401167801)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Isogeometric Analysis	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Mehrgitterverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113441
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Iterative Löser für diskretisierte partielle Differentialgleichungen • Vorkonditionierungstechniken • Mehrgitterverfahren • Konvergenzanalyse iterativer Löser
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studierenden sollen Verständnis für grundlegende Prinzipien, wie Konvergenz, Konvergenzgeschwindigkeit und Effizienz bei iterativen Lösern für diskretisierte partielle Differentialgleichungen entwickeln. • Die Studierenden sollen die Klasse der Mehrgitterverfahren kennenlernen und die wesentlichen Eigenschaften dieser Verfahren verstehen. • Die Studierenden sollen grundlegende Theorie zur Konvergenzanalyse der Mehrgitterverfahren beherrschen. Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Elementare Kenntnisse zu Diskretisierngsverfahren für partielle Differentialgleichungen
(empfohlene) Voraussetzungen	• Elementare Kenntnisse zu Diskretisierngsverfahren für partielle Differentialgleichungen
Literatur	• Reusken (Skript) • D. Braess (Buch), Springer • W. Heckbusch (Buch), Springer
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine maximal 45-minütige mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher MathematikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Arnold Reusken
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	45

Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Mehrgitterverfahren (111344102)	1. Semester	2. Semester	0	1
Prüfung Mehrgitterverfahren (111344101)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mehrgitterverfahren	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Funktionentheorie I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113550
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Komplexe Differenzierbarkeit und Cauchy-Riemannsche Differentialgleichungen, Kurvenintegrale, Cauchysche Theorie, Abbildungsverhalten holomorpher Funktionen, einfach zusammenhängende Gebiete, isolierte Singularitäten, Residuensatz mit Anwendungen auf reelle Integrale, Produktdarstellungen, Gamma-Funktion, Riemannscher Abbildungssatz.
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen die Grundzüge der komplexen Analysis beherrschen und ihre Bedeutung für die reelle Analysis kennenlernen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	W. Fischer, I. Lieb: Funktionentheorie, Vieweg 2005; E. Freitag, W. Busam: Funktionentheorie, Springer-Verlag, Berlin 2000; A. Krieg: Funktionentheorie I, Skript, RWTH Aachen 2010; R. Remmert, G. Schumacher: Funktionentheorie, Springer-Verlag, Berlin 2002
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung (benotet); Prüfungsdauer und -art werden zu Beginn der Lehrveranstaltung bekannt gegeben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Hartmut Führ
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Funktionentheorie I (111355002)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Funktionentheorie I (111355001)	1. Semester	2. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Funktionentheorie I	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Kontrolltheorie (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113595
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	-
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Dynamische Systeme, Linearität und Zeitinvarianz, Stabilität, Steuerbarkeit, Zustandsrückführung und Stabilisierbarkeit, Beobachtbarkeit, Beobachterentwurf und Entdeckbarkeit, Frequenzbereich: Übertragungsmatrizen, Realisierungstheorie, Reglerentwurf
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen die Grundideen der Steuerung linearer Systeme verstehen, Basiswissen für die Behandlung nichtlinearer Steuerungsprobleme erwerben, Verständnis für die algebraische Analyse von Differentialgleichungen entwickeln, eine praxisnahe Anwendung der Linearen Algebra kennenlernen, die Theorie der Moduln über Hauptidealringen an einem konkreten Fall vertiefen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	D. Hinrichsen, A.J. Pritchard, Mathematical Systems Theory I, Springer 2005; J.W. Polderman, J.C. Willems, Introduction to Mathe-matical Systems Theory, Springer 1998; E.D. Sontag, Mathematical Control Theory, Springer 1990
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessorin Dr. rer. nat. Eva Zerz Universitätsprofessorin Dr. Alice Niemeyer
ECTS Credits	9
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	270,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	180,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Kontrolltheorie (111359502)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Kontrolltheorie (111359501)	2. Semester	1. Semester	9	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Kontrolltheorie	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Uncertainty Quantification (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113510
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2012
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Concepts of probability theory • Concepts of approximation theory • Spectral expansions: Karhunen-Loeve, polynomial chaos, generalized polynomial chaos • Non-intrusive methods: spectral projection, Monte-Carlo sampling, collocation • Intrusive methods: spectral Galerkin, moment methods • Connection to kinetic theory • Sensitivities and adjoints
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and comprehension of different methods for uncertainty analysis, ability to evaluate different techniques, ability to apply these methods to practical problems.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Bestandene Module Mathematische Grundlagen, Analysis I und II, Lineare Algebra I
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	D. Xiu, Numerical Methods for Stochastic Computations, Princeton University press, 2010. O.P. Le Maître, O.M. Knio, Spectral Methods for Uncertainty Quantification, Springer-Verlag, 2010. D. Xiu, Fast numerical methods for stochastic computations: a review, Commun. Comput. Phys. 5 (2009) 242-272. R.G. Ghanem, P.D. Spanos, Stochastic Finite Elements, Dover, 2012.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Prüfungsleistung: Bestehen einer Klausur oder einer mündlichen Prüfung; Prüfungsdauer und -art werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr. M. Bachmayr
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfungsleistung: Uncertainty Quantification (111351001)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Uncertainty Quantification	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Introduction to Transport Theory (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113439
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Unregelmäßig
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• From Newton's equations to Boltzmann's equation • Linear transport • Scaling issues • Properties of kinetic equations (existence &; uniqueness, H theorem) • The diffusion limit • From Boltzmann to Euler &; Navier-Stokes • Boundary layer analysis • Method of Moments • Closure techniques • Selected numerical methods
Lernziele/Lernergebnisse	With respect to the subject: • Mesoscopic and Macroscopic description of particle systems • Multiscale methods (asymtotic analysis, method of moments) • Numerical methods
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Recommended: " Analysis and linear algebra " Partial Differential Equations " Functional Analysis
(empfohlene) Voraussetzungen	None
Literatur	• Cercignani, Illner, Pulvirenti • Dautray, Lions • Pomraning • Selected papers
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Homework Written or Oral Examination (100%)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Michael Herty
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Introduction to Transport Theory (111343901)	2. Semester	1. Semester	5	0
Übung Introduction to Transport Theory (111343902)	2. Semester	1. Semester	0	-

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Introduction to Transport Theory	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Seminar Computergestützte mathematische Modellierung (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113581
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Studierenden arbeiten während der Exkusionswoche unterstützt durch Professoren und wissenschaftlichen Mitarbeitern in kleinen Teams intensiv an einer Fragestellung aus der Forschung verschiedener Institute (des Forschungszentrums Jülich) oder lokaler Firmen. Im Anschluss an die Woche präsentieren sie im Rahmen einer Abschlussveranstaltung den Problemstellern ihre Ergebnisse.
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen mit ganz konkreten mathematischen Fragestellungen interdisziplinärer Natur in Kontakt kommen. Sie erfahren so angewandte Mathematik und erhalten einen komplementären Zusatz zum Studium, sowie einen Einblick in das Forscherleben. Darüber hinaus sollen sie lernen, Ergebnisse angemessen zu formulieren und zu präsentieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse in numerischer Mathematik
Literatur	Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben.
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Prüfungsleistung: Referat mit schriftlicher Ausarbeitung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Benjamin Stamm
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfungsleistung: Seminar Computergestützte mathematische Modellierung (111358101)	2. Semester	1. Semester	3	2

Modultitel	Seminar: Aktuelle Themen der Numerik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113475
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Aktuelle Themen wie zum Beispiel Discontinuous Galerkin Verfahren, Adaptive Methoden und deren Analyse, Kontrollprobleme und Inverse Probleme bei partiellen Differentialgleichungen, Homogenisierung, hochdimensionale Probleme, Wavelet-, Cluster- oder Multipole-Methoden.
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen in Themenkreise und Fragestellungen der Numerik eingeführt werden, die derzeit hochaktuell sind und aufgrund ihrer Schlüsselfunktion in komplexen Anwendungen besondere Herausforderungen stellen, sowie dabei die Grundlage erwerben, in diesem Bereich neue Beiträge leisten zu können, die Fähigkeit vertiefen, moderne numerische Methoden in ihrer Funktionsweise zu verstehen, die durch sie erreichbaren Ergebnisse einzuschätzen und darauf aufbauend in flexibler Anpassung an neue Anforderungsprofile die Methode weiter zu entwickeln.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	Aktuelle Forschungsliteratur
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Anwesenheitspflicht Prüfungsleistung: Referat mit schriftlicher Ausarbeitung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Sebastian Noelle
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfungsleistung : Aktuelle Themen der Numerik I (111347501)	1. Semester	2. Semester	3	2

Modultitel	Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4015709
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master

Inhalt	• Einführung in Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen
	• Mechanische Steuerungen
	  • Maschinenelemente mechanischer Steuerungen
	  • Einsatzbeispiele für mechanische Steuerungen
	• Informationsverarbeitung in mechatronischen Systemen
	  • Grundlagen und Beispiele eingebetteter Systeme
	  • Programmierung von eingebetteten Systemen und logischen Steuerungen
	• Programmable Logic Control (PLC) und Motion Control (MC)
	  • Aufbau von Prozessrechnern
	  • Programmierung von speicherprogrammierbaren Steuerungen
	• Numerical Control 1: Aufbau, Programmierung und CAM
	  • NC-Programmierungsverfahren (manuell und werkstattorientiert)
	  • NC-Programmierung von CAM Sysemen
	• Numerical Control 2: Interpolation
	  • Struktur einer NC-Steuerung
	  • Werkzeugkorrektur, kinematische Transformation und Kompensationen
	• Regelung von Vorschubantrieben
	  • Maschinenelemente mechanischer Steuerungen
	  • Einsatzbeispiele für mechanische Steuerungen
	• Messtechnik und Sensorik
	  • Messgrößen in Produktionssystemen
	  • Lage- und Winkelmesssysteme, Strommessung, Beschleunigungs-/ Schwingungsmessung, Kraft-/Drehmomentmessung und Temperaturmessung
	• Signaldatenverarbeitung, Prozess- und Zustandsüberwachung
	  • Aufgaben der Prozess- und Zustandsüberwachung
	  • Verwendung von Sensoren und Verarbeitung von Sensorsignalen
	• Roboter und Handhabungssysteme, Robot Control (RC)
	  • Anwendungs- und Einsatzgebiete
	  • Aufbau von Kinematiken
	• Greiftechnik
	  • Standarf-Greifprinzipien
	• Mechatronisches und systemorientiertes Engineering
	  • Auslegungs- und Simulationssoftware (Antriebsauslegung und Verhaltensmodellierung)
	  • Virtuelle Inbetriebnahme

Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Somit kennen die Studierenden insbesondere • Aufbau und die Auslegung mechatronischer Systeme für Produktionsmittel • Merkmale von logischen, mechanischen, numerischen und Bewegungssteuerungen von Maschinen • Besonderheiten des Verhaltens und der Modellierung von mechatronischen Bauteilen insbesondere für die Mess- und Greiftechnik • Konzepte der Maschinensteuerung in verschiedenen Entwicklungssystemen sowie der Maschinen- und Prozessüberwachung • Anwendungsgebiete, Möglichkeiten eines industriellen Engineering-Systems und die Projektierung Dadurch sind die Studierenden in der Lage, den Aufbau mechatronischer Systeme im Anwendungsgebiet der Produktionsmittel in seiner Komplexität und seinen Zusammenhängen zu

	verstehen und in übergreifenden Konzepte von Maschinensteuerungen einzuordnen. Sie können Anwendungsgebiete erläutern und die in der Maschinen- und Prozessüberwachung erforderlichen Merkmale von Bewegungssteuerungen darlegen. Sie können zudem die Projektierung eines anwendungsnahen Problems theoretisch erklären und auf anwendungsrelevante Fragestellungen übertragen. Nicht fachbezogen: Somit können die Studierenden theoriegeleitet mechatronischer Systeme für Produktionsanlagen und industrieller Überwachungslösungen analysieren und deren Qualität im industriellen Umfeld bewerten. Mit dieser Kompetenz können sie mit eigenen kreativen Ideen und im Rahmen der Ihnen bekannten Konzepte Lösungen ableiten und den Aufbau vorgegebener Konzepte begründen. Im Sinne der Problemlösung können sie darüber hinaus Steuerungsprogramme in verschiedenen Entwicklungssystemen erstellen und deren Qualität bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Werkzeugmaschinen (Bachelor) " Grundlagen der Regelungstechnik " Grundlagen der Informationsverarbeitung Voraussetzung für (z.B. andere Module) " Automatisierungstechnik für Produktionssysteme
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Werkzeugmaschinen (Bachelor) • Grundlagen der Regelungstechnik • Grundlagen der Informationsverarbeitung Voraussetzung für (z.B. andere Module): • Automatisierungstechnik für Produktionssysteme
Literatur	Vorlesungsliteratur: • Vorlesungs- und Übungsskript als PDF Empfohlene weiterführende Literatur: • Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme Bd.1-5 von M. Weck, C.Brecher
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christian Brecher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen (401570901)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Automatisierungstechnik für Produktionssysteme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013313
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Automatisierte Produktionssysteme: Fertigung, Montage, Transport, Verpacken und Lagern • Überblick über reale Automatisierungslösungen • Aufzeigen von Kernthemen der Automatisierung an Beispielen aus der Automobil- und Verpackungsindustrie 2 • Robotik: Industrieroboter, Handhabungssysteme, Kinematiken, Greiftechnik, Logistikautomatisierung • Überblick über Varianten und Aspekte der Robotertechnik • Verkettungsmöglichkeiten von Maschinen,Transport und Lagerung 3 • RC-Technik, Roboterprogrammierung und Simulation • Eigenschaften und Besonderheiten der RC • Varianten der Programmierung • Simulationstools, Möglichkeiten und Grenzen der Simulation 4 • Vision Systeme, "Intelligente Roboter", Betriebsrichtlinien • Fortschrittliche Möglichkeiten der Roboterprogrammierung und der Mensch-Maschine-Interaktion • Kooperation zwischen Robotern • Einbindung von Betriebsrichtlinien in den Betrieb von Robotern 5 • Betrieb eines automatisierten Produktionssystems: Automatisierungspyramide • Anwendungsbeispiel eines automatisierten Produktionsprozesses: Herstellung eines beispielhaften Werkstücks • Ableiten und Illustration der Prozessschritte und der Automatisierungspyramide anhand eines konkreten Anlagenbeispiels 6 • Leittechnik und MES • Transparenz in der Fertigung • Controlling &; Monitoring der Produktion • Bedienen und Beobachten • Gegenüberstellung SPS- und PC-basierter Lösungen 7 • Industrielle Kommunikation • Unterschiedliche Bussysteme und Schnittstellen innerhalb der Automatisierungspyramide • Aufzeigen der unterschiedlichen Anforderungen • Datenvolumen und Übertragungsgeschwindigkeiten • Kommunikationsprotokolle, Plug & Play Technologien 8 • Sicherheitstechnik • Richtlinien und Normen zur Definition von sicheren Komponenten und Prozessen im Produktionsbetrieb • Sichere Steuerungen, sichere Kommunikation, sichere Sensoren 9 • Planung und Engineering von automatisierten Produktionssystemen, Teil 1 Theorie • Projektierung von Leitsystemen: von der Architektur- über die Prozessplanung bis zur Datenmodellierung • Test und Inbetriebnahme von Leitsystemen 10 • Planung und Engineering von automatisierten Produktionssystemen, Teil 1 Praxis • Darstellung eines Engineering Prozesses aus dem Bereich der Leittechnik 11 • Planung und Engineering von automatisierten Produktionssystemen, Teil 2 Theorie • Simulationsmöglichkeiten mit mechatronischen Verhaltensmodellen zur HIL und SIL Simulation 12 • Planung und Engineering von automatisierten Produktionssystemen, Teil 2 Praxis • Aufbau eines mechatronischen Verhaltensmodells einer Maschine mittels moderner Engineering Tools 13 • Supportsysteme: RFID, AR-basierter Service • Nutzen zusätzlicher, dezentraler Informationsquellen • Funktionsprinzipien und Einsatzmöglichkeiten von RFID • Informationsaufbereitung und -darstellung mittels Augmented Reality Technologien 14 • Exkursion • Besichtigung einer automatisierten Produktionsanlage in der Industrie
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Vorlesung vermittelt den Studierenden einen gesamtheitlichen Überblick über automatisierte Produktionssysteme und setzt praxisnahe Schwerpunkte, die detailliert aufgearbeitet werden. • Nach Beendigung der vertiefenden Wahlvorlesung sind die Studierenden mit weiterführenden Konzepten der Robotik und der Fertigungsleittechnik vertraut und können dieses Wissen übergreifend anwenden und auf zukünftige Problemstellungen übertragen. • Außerdem können die Studierenden die Konzepte und Prinzipien der Engineeringsysteme auf unterschiedlichen Ebenen der Automatisierungspyramide nutzbringend anwenden und sind mit den besonderen Problemstellungen der Planung typischer Automatisierungsaufgaben vertraut. • Die Präsentation einzelner zusätzlicher Themenblöcke, die im Rahmen der gesamten Automatisierung oft nicht im offensichtlichen Fokus stehen, versetzt die Studierenden in die Lage, Automatisierungssysteme ganzheitlich zu verstehen, zu beurteilen und selbst eine Auslegung vorzunehmen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

	• Bei der Bearbeitung einer Projektaufgabe werden die Studierenden im Rahmen von Kleingruppenübungen motiviert im Team Lösungsansätze steuerungstechnischer Problemstellungen zu entwickeln und unter Anleitung eine Lösung auszuarbeiten. • Sie sind in der Lage die erzielten Ergebnisse und deren Herleitung in einer Präsentation darzustellen und ihre Vorgehensweise argumentativ zu untermauern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Werkzeugmaschinen (Bachelor) " Grundlagen der Regelungstechnik " Grundlagen der Informationsverarbeitung " Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module): • Mechatronik und Steuerungstechnik für Produktionsanlagen Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Werkzeugmaschinen (Bachelor) • Grundlagen der Regelungstechnik • Grundlagender Informationsverarbeitung
Literatur	• Skripten zu Vorlesung und Übung • Werkzeugmaschinen Fertigungssysteme Bd.1-5 von M. Weck, C.Brecher
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung und eine Projektarbeit
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christian Brecher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Automatisierungstechnik für Produktionssysteme (401331301)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Automatisierungstechnik für Produktionssysteme	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Automatisierungstechnik für Produktionssysteme	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Konstruktion von Fertigungseinrichtungen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014377
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • V1: Drehmaschine (Hersteller: DS Technologie) • Konzeptionierung und Konstruktion von Drehmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen • Ü1: Konstruktionsaufgabe 2 • V2: Bearbeitungszentrum 1 (Hersteller: Fritz Werner) • Konzeptionierung und Konstruktion 3-achsiger Bearbeitungszentren, maschinenspezifische Baugruppen • Ü2: Konstruktionsaufgabe 3 • V3: Bearbeitungszentrum 2 (Hersteller: DynaM) • Konzeptionierung und Konstruktion von Bearbeitungszentren mit Parallelkinematik, maschinenspezifische Baugruppen • Ü3: Konstruktionsaufgabe 4 • V4: Bearbeitungszentrum 3 (Hersteller: Heyligenstaedt) • Konzeptionierung und Konstruktion von Vorsatzköpfen für Bearbeitungszentren, Aufbau und Arbeitsweise von Schwenkgetrieben, maschinenspezifische Baugruppen • Ü4: Konstruktionsaufgabe 5 • V5: Bearbeitungszentrum 4 (Hersteller: Chiron) • Konzeption und Konstruktion von Werkzeugwechslern, Werkzeugschnittstellen • Ü5: Konstruktionsaufgabe 6 • V6: Werkzeugspannsysteme und Werkstückhandhabung • Aufbau und Arbeitsweisen, wirtschaftliche und praxistaugliche Lösungen • Ü6: Konstruktionsaufgabe 7 • V7: Exkursion zu Maschinenhersteller oder Anwender • Ü7: Konstruktionsaufgabe 8 • V8: Schleifmaschine 1 (Hersteller: Hauni Blohm) • Konzeptionierung und Konstruktion von Flachschleifmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen • Ü8: Konstruktionsaufgabe 9 • V9: Schleifmaschine 2 (Hersteller: Schaudt) • Konzeptionierung und Konstruktion von CNC-Außenrundschleifmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen • Ü9: Konstruktionsaufgabe 10

	• V10: Verzahnmaschine (Hersteller: Liebherr) • Konzeptionierung und Konstruktion von Verzahnmaschinen, Prinzipien der Bewegungserzeugung • Ü10: Konstruktionsaufgabe 11 • V11: Walzmaschine 1 (Axial-Gesenkwalzmaschine) • Konzeption und Konstruktion von Walzmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen • Ü11: Konstruktionsaufgabe 12 • V12: Walzmaschine 2 (Drückwalzmaschine) • Konzeption und Konstruktion von Drückwalzmaschinen, maschinenspezifische Baugruppen • Ü12: Konstruktionsaufgabe 13 • V13: Reserve • Ü13: Konstruktionsaufgabe 14 • V14: Reserve • Ü14: Konstruktionsaufgabe
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die wichtigsten Werkzeugmaschinentypen. Sie verstehen deren Grundfunktionen und die für die Realisierung der Funktionen erforderlichen Maschinenbaugruppen. • Sie beherrschen die Berechnung der wichtigsten Schlüsselelemente und können diese funktions- und belastungsgerecht auslegen. • Die Studierenden können komplexere Maschinensysteme in ihre wesentliche Grundfunktionen zerlegen und die konstruktiv-mechanischen Zusammenhänge herausstellen. • Auf Basis dieser Kenntnisse können die Studierenden Lösungen für gestellte Konstruktionsaufgaben entwickeln, diese anforderungsgerecht auslegen und in einem Konstruktionsentwurf umsetzen. • Die Studierenden können diese Kenntnisse auf andere Maschinenkonzepte übertragen und deren Eingeschaften im Hinblick auf technisch-konstruktive Eigenschaften bewerten. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden durch die Konstruktionsaufgabe befähigt komplexe technische Fragestellungen zu erfassen, Problemstellungen zu identifizieren und im Team Lösungswege zu erarbeiten. • Durch die enge Zusammenarbeit in der Gruppe und mit dem Übungsbetreuer wird die kommunikative Fähigkeit jedes einzelnen gefördert. • Die Studierenden erlernen zielorientiertes Projektmanagement durch die Bearbeitung der Konstruktionsaufgabe in der Gruppe. • Durch die Ausarbeitung der gesamten Konstruktionsunterlagen vertiefen die Studierenden ihre Fähigkeiten, technische Zusammenhänge darzustellen. • Durch die Darstellung der Projektergebnisse im Rahmen der Prüfung erlernen und vertiefen sie wichtige Fähigkeiten der Präsentation und verbessern ihre kommunikative Fähigkeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Werkzeugmaschinen • Maschinenelemente
Literatur	• Werkzeugmaschinen-Atlas, Vorlesungsunterlagen am WZL erhältlich • Brecher, Weck: Werkzeugmaschinen, Band 1-2, Springer Verlag
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine mündliche Prüfung: • Vorstellung und Verteidigung der Konstruktionsaufgabe • Konstruktionserklärung anhand von Beispielen aus dem Maschinenatlas

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christian Brecher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Konstruktion von Fertigungseinrichtungen (401437701)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Konstruktion von Fertigungseinrichtungen	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Konstruktion von Fertigungseinrichtungen	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Bioprozesskinetik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011679
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Erweiterte Enzymreaktionskinetiken (Bi-uni, Ping-pong) 2 • Folgereaktionen durch mehrere Enzyme in einem Mikroorganismus oder durch mehrere Mikroorganismn 3 • Wachstum filamentöser Mikroorganismen 4 • Modellierung einer Bäckerhefe mit Crabtree - Effekt 5 • Enzymreaktionen und Fermentationen mit einer zweiten flüssigen Phase • Schwingungen in Räuber - Beute - Populationen 6 • Kultivierung phototropher Organismen (Algen) 7 • Shift- und Pulsexperimente bei Prozessen mit Produktinhibierung 8 • Selektionsdruck in kontinuierlichen Reaktionen (Chemostat, Turbidostat, Einfluss von Wandwachstum) 9 • Induktion (chemisch oder durch Temperaturshift) bei der rekombinanten Proteinproduktion 10 • Modellierung von verschiedenen Regelstrategien (pO2-stat, pH-stat, RQstat 11 • Standardisierung einer Vorkultur durch Fed-batch Betriebsführung • Bilanzierung des Wassers bzw. des Volumens bei Hochzelldichtefermentationen 12 • Verhalten von Mikroorganismen bei Limitierungen durch unterschiedliche Elemente • Zweitsubstratlimitierungen, Fed-batch und kontinuierliche Kultur mit gleichzeitiger Limitierung durch zwei Substrate 13 • Modellierung des pH-Wertes • Änderung der pH-Optima durch Immobilisierung 14 • Optimierung des Volumenverhältnisses und der Zwischeneinspeisung bei einer zweistufigen Kaskade bei einem katabolitreprimierten System

	15 • Verhalten eines Reaktors mit immobilisierten Mikroorganismen beim Auftreten von Kontaminationen • Verhalten eines Reaktors mit immobilisierten substratinhibierten Mikroorganismen beim Auftreten von sonst letalen Stoßbelastungen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen Wachstums- und Produktbildungskinetiken für typische Fermentationsprozesse mit z.B. Hefen, Algen, Pilzmycelen und können diese in mathematischen Modellen abbilden. • Die Studierenden sind in der Lage, die Wechselwirkung der menschlich beeinflussten Reaktorumgebung mit den eingesetzten Mikroorganismen geeignet in die Bioprozessmodelle zu integrieren und deren Auswirkung zu interpretieren. • Die Studierenden sind in der Lage, Reaktorkonfiguration und eingestellte oder nachgeführte Prozessbedingungen basierend auf der Bioprozesskinetik zu optimieren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Reaktionstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Reaktionstechnik
Literatur	Bailey, Ollis: Biochemical Engineering Fundamentals, Mc-Graw Hill, 1st edition, 1988.Nielsen, Villadsen, Reaction Engineering Principles, Plenum Press, 1st edition, 1994.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jochen Büchs
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Bioprozesskinetik (401167901)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Bioprozesskinetik	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Bioprozesskinetik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Energiesystemtechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013389
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung • Energieerzeugung • Wärmepumpen und Kältemaschinen • Die Wärmequelle • Thermodynamische Bewertung • Mechanische Wärmepumpen • Thermische Wärmepumpen • Offene Wärmepumpen 2 • Technik der Wärmepumpe • Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpenanlagen 3 • Projektstudie: Auslegung einer Gasmotor-Wärmepumpe 4 • Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung - (KWKK) • Gekoppelte Energieerzeugung • Thermodynamik der KWKK • Technik der KWKK 5 • Wirtschaftlichkeit • Potenziale der Kraft-Wärme-Kopplung 6 • Projektstudie: KWK in einer Industrieansiedlung, Stromgutschrift für die KWK -Versorgung eines Gebäude-Komplexes, KWK in einer Industrieansiedlung 7 • Energieverteilung • Wärmeübertrager und Speicher 8 • Warm- und Kaltwassernetze 9 • Energiemanagement • Betriebliches Energiemanagement • Kommunales Energiemanagement 10 • Industrielle Prozesswärmewirtschaft • Wärmerückgewinnung • Wärmeintegration heißer und kalter Ströme nach der Pinchtechnik • Integration externer Betriebsmittel

	11 • Integration von Wärmetechnischen Anlagen • Gestaltung von Wärmeübertragernetzwerken 12 • Fortwärmewirtschaft • Industrielle Abwärme im Raumwärmemarkt • Verstromung industrieller Fortwärme
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die wesentlichen Begriffe der Energiesystemtechnik und sind in der Lage diese richtig anzuwenden. • Die Studierenden haben Kenntnis der typischen Arbeitsabläufe in der Energiesystemtechnik und sind in der Lage diese selbstständig abzuarbeiten. • Die Studierenden kennen die Funktionsweise und Eigenschaften von Wärmepumpen und Kälteanlagen und sind in der Lage diese Anlagen für gegebene Randbedingungen auszulegen. • Die Studierenden kennen die Funktionsweise und Eigenschaften von Kraft-Wärme-Kälte Kopplungs Aggregaten und sind in der Lage diese Anlagen für gegebene Randbedingungen auszulegen. • Die Studierenden sind in der Lage Optimierungspotentiale in Industriebetrieben, bei kommunalen Energieversorgern und im Gebäudesektor zu erkennen. • Die Studierenden sind in der Lage diese Optimierungspotentiale ökologisch und ökonomisch zu bewerten. • Die Studierenden sind in der Lage Konzepte zu entwerfen, die die Nutzung dieser Potentiale ermöglichen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind in der Lage energiesystemtechnische Aufgabenstellungen selbstständig zu bearbeiten. (Methodenkompetenz) • Durch Lösen der Übungen in Kleingruppen sind die Studierenden in der Lage Aufgabenstellungen im Team zu bearbeiten. (Teamarbeit)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Energiewirtschaft
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Energiewirtschaft
Literatur	Vorlesungsskript am LTT erhältlich
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Juniorprof. Dr.-Ing. ;Niklas ;von der Aßen
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündliche Prüfung Energiesystemtechnik (401338901)	1. Semester	2. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Energiesystemtechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Energiesystemtechnik	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Bioreaktortechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010883
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung möglicher prozessbestimmender Parameter bei Bioprozessen • Grundsätzlicher Aufbau typischer Bioreaktoren, Standardabmessungen • Gängige Rührertypen und induzierte Strömungsmuster 2 • Methoden zur Leistungsmessung im Fermenter • Leistungscharakteristik verschiedener Rührer • Ne / Re - Diagramm 3 • Maßstabsabhängigkeit der Hydrodynamik • Einfluss der Reaktorgeometrie auf die Leistungscharakteristik 4 • Einfluss der Begasung auf die Leistungscharakteristik bei ein- und mehrstufigen Rührwerken • Strömungsregime bei begasten Rührkesseln 5 • Überflutung von Rührern • Gasansaugen von der Oberfläche • Blasenrezirkulation 6 • Blasen- und Tropfenkoaleszenz • Gasgehalt im Fermenter 7 • Lokale Verteilung der Energiedissipation • Nachlaufwirbel der Rührer, Gültigkeitsgrenzen der Turbulenzgesetze • Dispergierung einer zweiten Flüssigphase 8 • Relevanz und experimentelle Bestimmung der hydromechanischen Belastung von Mikroorganismen • Analogie zum Sauerstofftransfer 9 • Gas-flüssig Stofftransfer, Grundgleichungen • Experimentelle Methoden zur Bestimmung des kLa-Wertes 10 • Einflüsse verschiedener Parameter auf die maximale Sauerstofftransferkapazität • Stofftransfer in großen mehrstufigen Rührwerken 11 • Bedeutung der CO2-Abfuhr für Bioprozesse • Mischzeit und Zirkulationszeit 12

	• Viskose Systeme und nicht-newtonsches Fließverhalten 13 • Einflussfaktoren auf den Leistungseintrag in Schüttelkolben • Das "außer Phase"-Phänomen 14 • Maximale Energiedissipation in Schüttelkolben • Sauerstofftransfer in Schüttelkolben 15 • Scale-up • Ausgewählte Scale-up Beispiele
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studenten kennen die wichtigsten Reaktorkonfigurationen. • Die Studenten verstehen die grundsätzlichen Probleme bei der Reaktorauslegung und der Maßstabsvergrößerung bei Bioprozessen. • Die Studenten entwickeln eine Vorstellung des komplexen Zusammenspiels zwischen Biologie und deren Umgebung (Bioreaktor). • Die Studenten kennen die empirischen und mechanistischen Modelle zur Abschätzung dieser Umgebungsparameter und deren Einfluss auf die Biologie und können diese anwenden. • Die Studenten sind in der Lage Prozessverläufe zu interpretieren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Interdisziplinärer Austausch (Biologen / Biotechnologen / Ingenieure)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: - Reaktionstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Reaktionstechnik
Literatur	• Vorlesungsunterlagen • Liepe, 1998: Rührwerke Theoretische Grundlagen, Auslegung u. Bewertung (FH Köthen Eigenverlag)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jochen Büchs
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Bioreaktortechnik (401088301)	2. Semester	1. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Bioreaktortechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Bioreaktortechnik	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Angewandte molekulare Thermodynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014361
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Introduction 2 • Foundations • Classical Thermodynamics • Statistical Mechnics 3 • Classical Mechanics 4 • Classical Electrostatics 5 • Quantum Mechanics 6 • Computer Simulation 7 • The Ideal Gas • Definition and Significance • The Canonical Partition Function • Factorization of the Molecular Partition Function • The Equation of State 8 • Mixing Properties • Individual Contributions • Equilibrium Constant 9 • Excess Function Models • General Properties • Intermolecular Potential Energ 10 • Simple Model Molecules 11 • Complex Model Molecules 12 • Equation of State Models • General Properties • Intermolecular Potential Energy 13

	• The Statistical Viral Equation • Conformal Potential Models 14 • Perturbation Models
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Vermittlung von Grundlagen aus den Fachgebieten klassische, statistische und Quantenmechanik sowie Elektrodynamik, die Anwendungen im Bereich der molekularen Thermodynamik haben. • Auf dieser breiten Grundlage wird ein umfassendes Rahmenwerk zur Ableitung von Erkenntnissen über das Verhalten fluider Systeme formuliert. • Das Rahmenwerk wird genutzt, um Stoffmodelle einzuführen, die in den Bereichen Gastechnologie, chemische Hochtemperatur-Reaktionen, Aufarbeitung von einfachen und komplexen Mischungen, bei Elektrolyt- und Biosystemen eingesetzt werden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsskript in englischer Sprache am LTT erhältlich
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Kai Leonhard
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Angewandte molekulare Thermodynamik (401436101)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Angewandte molekulare Thermodynamik	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Angewandte molekulare Thermodynamik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Energiewirtschaft (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011028
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Steigende Energiepreise und notwendige Minderungen der C02-Emissionen erfordern einen effizienten Einsatz aller zur Verfügung stehenden Energieträger. Der Wirtschaftlichkeit von Investitionen im Energiemarkt muss dabei besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. • Die ökonomische Bewertung des Einsatzes neuer und vorhandener Erzeugertechnologien ist daher ein Schwerpunkt der Veranstaltung. Im weiteren Verlauf werden die Mechanismen des nationalen und internationalen Strom-, Wärme- und Gasmarkts behandelt und die Optimierungsmethodik sowie die Regulierungsmethoden des Staats vorgestellt. • Energiekennzahlen: Zusammenhänge in der Energiewirtschaft, Globale Energiewirtschaft, Energiekennzahlen • Wirtschaftlichkeitsanalyse: Grundbegriffe der Investition und Finanzierung, Kennzahlen der Wirtschaftlichkeit, statische und dynamische Verfahren • Investition und Risiko: Risikobetrachtung- und berechnung von Investitionen • Modelle für Erzeuger: Techniken, Wirtschaftliche und technische Kennzahlen • Verbrauchermodelle und Speichertechniken: Bedarfsermittlung, Jahresdauerlinie • Speichertechniken Energiemärkte - Strommarkt: Teilnehmer des Marktes, Arten von Strommärkten , Strom gesteh ungskosten, Emissionshandel • Energiemärkte - Gas- und Wärmemarkt: Zukunftspotentiale dieser Märkte, Unterschiede zum Strommarkt, Nah- und Fernwärmenetze • Optimierung: Aufbau von Optimierungsproblemen, Lösungsverfahren (z.B. grafische, • Simplex, Branch-and-Bound}, Aufstellen und Lösen von Mixed Integer Linear Problems (MILP} • Regulierung: Einflussmöglichkeiten des Gesetzgebers, Umsetzungsbeispiele der • Einflussmöglichkeiten aus Vergangenheit und Gegenwart
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Energiewirtschaft wird im Konftiktfeld zwischen Mensch, Umwelt, und Wirtschaftlichkeit betrachtet. Die Studierenden erlernen die Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsberechnung und deren Kennzahlen mit Bezug zur Energiewirtschaft. Hierbei werden aktuelle Vorgänge am Strom-, Gas- und Wärmemärkte sowie der Regulierung durch den Staat vermittelt. Die Studierenden verstehen, wie Modelle für konventionelle und regenerative Strom- und Wärmeerzeuger und -verbraucher aufgebaut sind und lernen die Optimierung als Methode im Rahmen der Energiewirtschaft kennen. Die Betrachtung des Risikos in Investitionsentscheidungsprozessen wird mithilfe von Szenarienentwicklungen vermittelt. Fertigkeiten und Kompetenzen: • Die Studierenden können unter Anwendung verschiedener Verfahren der Investitionsrechnung die Investition in energietechnische Anlagen mithilfe von wirtschaftlichen Kennzahlen einschätzen und Investitionsentscheidungen treffen. Hierzu können sie Bedarfe von Verbrauchern berechnen und unter wirtschaftlichen, technischen und • ökologischen Randbedingungen diverse Wärme- und Stromversorgungsanlagen bewerten. Die Studierenden können das Risiko der Investitionen mithilfe von Szenarienentwicklung berechnen und einschätzen. Diese Szenarien können von den Studierenden in Modelle überführt werden. Des Weiteren können die Studierenden Optimierungsprobleme vor dem Hintergrund energiewirtschaftlicher Fragestellungen mittels verschiedener Verfahren aufstellen und lösen.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine schriftliche Prüfung • Es können Bonuspunkte für Hausaufgaben gegeben werden. Diese werden bei Durchführung in der Vorlesung vorgestellt. Die maximal erreichbare Punktzahl in der Bonuspunkteaufgabe soll 10 % der in der Klausur erreichbaren max. Punktzahl entsprechen.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dirk Müller
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Energiewirtschaft (401102801)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Energiewirtschaft	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Energiewirtschaft	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Finite Elements in Fluids (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011664
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: • Gliederung, • Geschichte der Finite-Elemente-Methode. 2 • Erhaltungssätze (1): • kinematische Beschreibung, "Arbitrary-Lagrangian-Eulerian" Beschreibung • Reynold'sche Transport-Satz. 3 • Erhaltungssätze (2): • Erhaltung von Masse, Impuls, und Energie, • Euler und Navier-Stokes Gleichungen. 4 • Grundlagen der Finite-Elemente-Methode (1): • Funktionenräume, Normen, • Poisson-Gleichung, schwache und starke Formulierung. 5 • Grundlagen der Finite-Elemente-Methode (2): • Lax-Milgram-Lemma, diskrete Formulierung, • Lemma von Cea, rechnerische Aspekte. 6 • Konvektion-Diffusions-Gleichung (1): • schwache und Galerkin Formulierung, sowie die Matrizendarstellung, • Péclet-Zahl, Diskretisierungsfehler 7 • Konvektion-Diffusions-Gleichung (2): • historiches Überblick von Stabilisierungsmethoden, • Petrov-Galerkin Formulierung. 8 • Konvektion-Diffusions-Gleichung (3): • Fehlerabschätzung, • Finite Increment Calculus, Variational Multiscale Methode 9 • Zeitdiskretisierung (1): • Theta-, Lax-Wendroff-, "leap-frog"-Methoden, • Diskretisierung der zeitabhängigen Konvektion-Diffusions-Gleichung 10 • Zeitdiskretisierung (2): • Stabilität, Genauigkeit, • Fourieranalyse.

	11 • Zeitdiskretisierung (3): • "modified-equation" Methode, • Taylor-Galerkin-Methoden. 12 • Zeitdiskretisierung (4): • Zeit-Raum-Methoden, • lineare Mehrschrittmethoden. 13 • Stokes Gleichung (1): • konstitutiver Ansatz, Randbedingungen, • "saddle-point" Aspekte. 14 • Stokes Gleichung (2): • schwache, Galerkin, und diskrete Formulierung, • LBB-Bedingung, Interpolation-Ansätze, Stabilisierung. 15 • Zeitabhängige Navier-Stokes-Gleichungen: • schwache, Galerkin und stabiliesierte Formulierung, • Zusammenfassung.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die mathematischen Grundlagen und die elementaren Konzepte, die zur Anwendung der Finiten-Elemente-Methode in der Strömungsmechanik nötig sind: Konvektion-Diffusions Gleichung, Zeitdiskretisierungsverfahren, Stokes-Gleichung, Navier-Stokes-Gleichung. • Die Studierenden wissen von den praktischen Aspekten der Finiten-Elemente-Diskretisierung bei Problemen mit mehreren Feldern. • Die Studierenden sind sich bewusst über die Probleme, die bei einer Finiten-Elemente-Diskretisierung auftreteten—durch hohe Péclet-Zahlen und schlecht gewählte Interpolationsfunktionen. • Die Studierenden verstehen das Konzept der Finiten-Elemente-Stabilisierung durch Residuum-basierte Methoden, "Finite Increment Calculus" und "Variational Multiscale" Ansätze. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden bekommen in Übungen die Erfahrung mit einem Strömungssimulationsprogramm aus der Forschung, sowie der Visualisierung von Daten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mathematische Grundlagen I-IV " Partielle Differentialgleichungen " Programmierung
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Mathematische Grundlagen I-IV • Partielle Differentialgleichungen • Programmierung
Literatur	• Donea, Huerta, "Finite Element Methods for Flow Problems"
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Marek Behr Ph. D.
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Finite Elements in Fluids (401166401)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Finite Elements in Fluids	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Finite Elements in Fluids	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Parallel Computing Methods in Computational Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011583
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Introduction: Motivation, application examples. • Computational mechanics code (1): idealization, discretization, mesh generation. • Computational mechanics code (2): equation system formation and solution, visualization. • Computer performance: memory hierarchy, current CPUs. • Scalar optimization: manual code restructuring, automatic optimization. • Introduction to parallelism: motivation, taxonomy of parallel computers. • Review of loop-level parallelism: algorithm selection, OpenMP directives, exercises, limitations. • Review of task-level parallelism: message passing, PVM and MPI implementations, MPI-2 • Good software engineering practice: code management, collaboration, performance analysis tools. • Parallel computational mechanics code (1): unstructured data decomposition, single-step gather and scatter • Parallel computational mechanics code (2): two-step gather and scatter, partitioning, reordering, renumbering • Parallel computational mechanics code (3):iterative solvers, GMRES, preconditioning • Parallel computational mechanics code (4): data decomposition libraries, structured mesh parallelization patterns • Future of supercomputing, recent developments, discussion of projects
Lernziele/Lernergebnisse	• The students are familiar with the general structure of continuum mechanics computational analysis code: finite elements, difference or volumes applied to structural or fluid mechanics problems. They can relate such general structure to own experiences. • The students are conversant in the latest scalar optimization techniques for modern cache-based microprocessors. They are aware of potential bottlenecks that can severly limit computer performance, and are trained in how to avoid them. • The students understand the need for exploiting parallelism in engineering practice and know the current developments in the field regarding both software and hardware. • The students are able to utilize OpenMP and MPI standards to obtain parallel speed-up of most typical continuum mechanics. • The students have learned how to write a short equipment funding proposal. • The students have performed literature search on some of the topics of interest and presented the results in front of the class. • The students have had hands-on experience with high-performance computing.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik " Finite Elemente in Fluiddynamik " Unix-Betriebssystem-Kenntnisse " Grundlagen der Integral- und Differentialrechnung " Programmierkenntnisse (Fortran/C)
(empfohlene) Voraussetzungen	• Strömungsmechanik • Finite Elemente in Fluiddynamik • Unix-Betriebssystem-Kenntnisse • Grundlagen der Integral- und Differentialrechnung • Programmierkenntnisse (Fortran/C)

Literatur	Vorlesungsfolien
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung und drei Referate.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Marek Behr Ph. D.
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Parallel Computing Methods in Computational Mechanics (401158301)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Parallel Computing Methods in Computational Mechanics	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Additive Fertigung in der Kunststoffverarbeitung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014414
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	- Arten der additiven Fertigung - Kategorisierungsmöglichkeiten (Darbietungsform, Wirkprinzip) - Überblick additiver Verfahren / geschichtliche Einordnung - Extrusionsverfahren: Wirkprinzipien, Anlagen- und Prozessbestandteile z.B. Fused Deposition Modeling, Freeformer - Polymerisierende Verfahren: Wirkprinzipien, Anlagen- und Prozessbestandteile z.B. Poly-Jet, CLIP, Stereolithographie - Laserbasierte Verfahren: Wirkprinzipien, Anlagen- und Prozessbestandteile z.B. selektives Lasersintern, selektives Laserschmelzen - Indirekte Fertigungsverfahren auf Basis additiv gefertigter Bauteile z.B. Vakuumgießen, Harzgießen, Keltool-Verfahren - Anwendungsmöglichkeiten der additiven Fertigung - Einordnung in den Gesamtzusammenhang aktueller Fertigungsverfahren (Spritzgießen, spanende Fertigung etc.) - Eignungsübersicht und -bewertung für verschiedene Anwendungsszenarien, anhand der Inhalt Kriterien Bauteilkomplexität, Individualisierungsmöglichkeit, Funktionsintegration, Produktionsmenge, Materialeignung - Grenzen der einzelnen Verfahren und der additiven Fertigung allgemein - zukünftiges Entwicklungspotenzial - Produktentwicklungsprozesse mit Prototypen - Additiv gefertigte Komponenten zur Kunststoffverarbeitung (SG-Werkzeuge, Düsen etc.) - Werkstofftechnik (Materialien, Haftungsmechanismen, Bauteileigenschaften etc.) - Automatisierungs- und Industrialisierungspotenzial - Geschäftsmodelle
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studierenden besitzen das Wissen über die Wesentlichen additiven Fertigungsverfahren, bezüglich Wirkprinzipien, Anlagenkomponenten und Möglichkeiten / Grenzen. • Die Studierenden verstehen das fertigungstechnische Potential und können die additiven Fertigungsverfahren sinnvoll in den Gesamtzusammenhang der etablierten kunststoffverarbeitenden und -bearbeitenden Verfahren sowie alternativen Fertigungsverfahren (Spritzgießen, spanende Fertigung, umformende Fertigung, etc.) einordnen.

	• Die Studierenden kennen die Möglichkeiten der additiven Fertigungsverfahren und können diese mit Praxisbeispielen verknüpfen (Spritzgießwerkzeugtechnik, Einbindung in die Produktentwicklung, Endbauteilfertigung, etc.) • Die Studierenden kennen Ansätze zur Industrialisierung und fertigungsrelevanten Einbindung der Anlagentechnik der additiven Fertigung (Automatisierung, Geschäftsmodelle, etc.). Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden erhalten in interaktiv gestalteten Vorlesungen und Übungen die Möglichkeit zur intensiven Diskussion über die Thematik. Dadurch können sie eigene Lösungsansätze reflektieren und ggf. bestätigen oder korrigieren. Durch die ständige Einbindung von Beispielbauteilen aus der Praxis der Kunststoffverarbeitung (Spritzgießbauteile, Bauteile aus unterschiedlichen Produktentwicklungsphasen, etc.) wird den Studierenden ein weiter Einblick in die Kunststoffverarbeitung ermöglicht. Basierend auf ihren Kenntnissen zu den verschiedenen Verfahren können sie für bestimmte Anwendungsszenarien geeignete Prozesse aus dem Bereich der additiven Fertigung auswählen und ihre Eignung für entsprechende Anforderungsprofile bewerten. Die Studierenden verfügen über einen wissenschaftlich-technischen Fachwortschatz und sind in der Lage, qualifiziert über die Thematik zu kommunizieren sowie Recherchen durchzuführen. Durch die interaktive Gestaltung sowie die systematische und vergleichende Erarbeitung der zahlreichen Verfahrensvarianten sind die Studierenden in der Lage, mit ihrer Erfahrung und ihrem Wissen Transferleistungen zu erbringen und auch neue Fragestellungen des hochaktuellen Themas der additiven Fertigung einordnen und bewerten zu können.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Kunststoffverarbeitung I, Werkstoffkunde der Kunststoffe
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Kunststoffverarbeitung I Werkstoffkunde der Kunststoffe
Literatur	Gebhardt, A: Generative Fertigungsverfahren. München: Garl HanserVerlag, 2013 Literatur Menges, G.; Michaeli, w.; Mohren, P.: Spritzgießwerkzeuge. München: Garl Hanser Verlag, 2007 Breuninger, J.; Becker, R.; Wolf, A; Rommel, SI.; Verl, A: Generative Fertigung mit Kunststoffen. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2013
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	mündlich oder schriftlich
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christian Hopmann
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Additive Fertigung in der Kunststoffverarbeitung (401441401)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Additive Fertigung in der Kunststoffverarbeitung	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Additive Fertigung in der Kunststoffverarbeitung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Industrielle Umwelttechnik und Luftreinhaltung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011012
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Einführung in der industriellen Umwelttechnik und Historie 2. Umweltrecht 3. Schadstoffe und -wirkungen 4. Primärmaßnahmen der Luftreinhaltung 5. Abscheidung von Stäuben 6. Abscheidung gasförmiger Stoffe 7. Katalytische Abgasreinigung 8. Biologische Verfahren und Nachverbrennung 9. Membranverfahren und Energiemanagement 10. Einführung in den Produktionsintegrierten Umweltschutz (PIUS) 11. PIUS in der Chemie 12. PIUS in der Food-Industrie 13. PIUS in der Textil- und Papier-Industrie 14. Abfallaufbereitung und –verwertung Evtl. Fachbezogene Exkursion Evtl. Gastvortrag Übungen
Lernziele/Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen haben die Studierenden Kenntnisse und Fähigkeiten in den Themenfeldern, die im Unterpunkt Inhalt beschrieben werden, erworben. Wissen und Verstehen: Somit kennen die Studierenden insbesondere: - Wesentliche Quellen industrieller Emissionen - Anlagen des industriellen Umweltschutzes - Rechtliche Grundlagen des Emissions- bzw. Immissionsschutzrechtes - Physikalische Grundlagen der wesentlichen Verfahren vor allem der industriellen Abgasreinigung - Sie sind selbständig in der Lage, für eine beliebige Abgasbehandlungsaufgabe in einem industriellen Prozess die notwendigen prinzipiellen Schritte auszuwählen und sinnvoll miteinander zu verschalten. - Auslegungsgrundlagen sowohl der Apparate zur Abscheidung von Stäuben und anderen festen Verunreinigungen als auch der Prozesse zur Abtrennung von Schadgasen (z.B. CO2, NOx, SO2). - Nachweismethoden - Bewertungsmethoden für Umweltrisiken von Produkten oder deren Produktionsprozesses - Ansätze zum produktionsintegrierten Umweltschutz in verschiedenen Industriebranchen Außerdem können die Studierenden die theoretischen, grundlegenden Vor- und Nachteile der End-of-pipe-Technologien und des produktionsintegrierten Umweltschutzes gegenüberstellen und vergleichen. Fertigkeiten und Kompetenzen: Anhand zahlreicher Beispiele erlangen die Studierenden die Fähigkeit, praxisnahe Fragestellungen des industriellen Umweltschutzes unter Berücksichtigung der Anforderungen aus dem Umweltrecht entwickeln, entsprechende Parameter auszuwählen und auszuwerten. Sonstige (fakultativ): Bei einer freiwilligen fachbezogenen Exkursion lernen die Studierenden ein Anwendungsbeispiel vor Ort kennen. Durch Diskussion mit den Anlagenbetreibern können praktische Fragestellungen erörtert werden, die in der Vorlesung nicht explizit behandelt werden.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Grundlagen der Luftreinhaltung, Prof. Dr.-Ing. Michael Modigell, Eigenverlag IVT (AVT) • Umweltschutztechnik, Ulrich Förster, Springer (ISBN: 978-3-540-77882-0)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 100% aus einer schriftlichen Klausur oder einer mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. Matthias Weßling
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Industrielle Umwelttechnik und Luftreinhaltung (401101201)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Industrielle Umwelttechnik und Luftreinhaltung	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Industrielle Umwelttechnik und Luftreinhaltung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Bewegungstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011601
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung • Grundlegende Zusammenhänge • Anwendungsgebiete 2 • Analyse • Klassifizierung von Bewegungsaufgaben und Struktursynthese 3 • Getriebeanalyse: 5 & 6-gliedrige Getriebe, Polbahnen 4 • Getriebeanalyse: Räumliche & spärische Getriebe 5 • Getriebesynthese: Alt'sche Totlagenkonstruktion 6 • Getriebesynthese: Mehrfache Erzeugung von Koppelkurven 7 • Rädergetriebe: Grundlagen und Anwendungen, Übersetzungsverhältnisse, Umlaufrädergetriebe, Differentialgetriebe 8 • Rädergetriebe: Radlinien, Räderkurbelgetriebe 9 • Krümmungstheorie: Satz von Euler-Savary, Satz von Bobillier 10 • Krümmungstheorie: Hartmannsche Konstruktion, Bressesche Kreise 11 • Kinetik: Kräfte und Momente 12 • Kinetik: Virtuelle Leistung, Verfahren nach Hain 13 • Rastgetriebe 14 • Synchrongetriebe 15 • Anwendungsbeispiel • Prinzipsynthese • Maßsynthese

	• Auslegung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über Auslegung und Berechnung von komplexen Bewegungssystemen. • Die Studierenden sind in der Lage eine komplexe Bewegungsaufgabe zu erfassen, beschreiben, gegebenenfalls in einfachere Einzelbewegungen zu zerlegen und in einer Anforderungsliste an die Bewegungseinrichtung zusammenzufassen. • Die Studierenden kennen die wichtigsten Merkmale der verschiedenen Getriebetypen und die verschiedenen Ordnungskriterien. • Die Studierenden sind in der Lage, ausgehend von der einer Anforderungsliste an die Bewegungseinrichtung eine Struktursynthese durchzuführen, um auf diese Weise geeignete Strukturen von Bewegungseinrichtungen auszuwählen. • Die Studierenden lernen mit Hilfe verfügbarer Katalogdaten die entsprechenden Berechnungen durchzuführen. • Die Studierenden sind mit der Kinematik ebener und räumlicher Mechanismen vertraut und können den Geschwindigkeits- und Beschleunigungszustand analysieren. • Die Studierenden sind in der Lage die Krümmungseigenschaften von Bahnkurven zu analysieren und bei der Synthese von Bewegungseinrichtungen sinnvoll einzusetzen. • Für die zu analysierenden Maschinen und Mechanismen leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen die erforderlichen Methoden und Verfahren zur Synthese und Analyse her. Sie sind damit in der Lage mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, umfassende Fragestellungen und Probleme zur Auswahl und Auslegung von Bewegungseinrichtungen aus der Industrie zu beantworten und zu lösen. Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.) • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mechanik I, II, III " Mathematik I-III und Numerische Mathematik " Elektromechanische Antriebstechni
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Mechanik I, II, III • Mathematik I-III und Numerische Mathematik • Elektromechanische Antriebstechnik
Literatur	• Kerle, H.; Corves, B.; Hüsing, M.: Einführung in die Getriebelehre. Stuttgart Leipzig Wiesbaden: B.G. Teubner Verlag, 2011. • Luck, K.; Modler, K.-H..: Getriebetechnik: Analyse, Synthese, Optimierung. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 1995.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. Burkhard Corves
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündl. Prüfung Bewegungstechnik (401160101)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Bewegungstechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Bewegungstechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Methoden der Modellierung von Turbomaschinen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011720
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Turbomaschinen spielen in weiten Teilen unseres Lebens eine bedeutende Rolle. Sie sind Antriebe nahezu aller modernen Flugzeuge, werden im Bereich der Stromerzeugung eingesetzt oder sind wichtiger Bestandteil in Anlagen der Prozessindustrie. Dabei werden immer höhere Anforderungen in Bezug auf Effizienz, Emissionen und Leistungsfähigkeit gestellt. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können ist ein tiefes Verständnis der Thermodynamik, Aerodynamik und Strukturmechanik von Turbomaschinen erforderlich. In der Entwicklung moderner Turbomaschinen spielt die numerische Simulation der Strömung eine wichtige Rolle. Durch immer komplexere Schaufelgeometrien kommen viele vereinfachte Verfahren an ihre Grenzen und eine effiziente Weiterentwicklung ist nur unter Einsatz komplexer numerischer Simulationen möglich. Ziel der Veranstaltung ist es, die grundlegenden Zusammenhänge und Methoden der numerischen Strömungsmechanik (CFD) aufzuzeigen, und dabei turbomaschinenspezifischen Aspekten ausdrückliche Aufmerksamkeit zu widmen. Im ersten Teil der Veranstaltung werden nach einer knappen Rekapitulation der Erhaltungsgleichungen der Strömungsmechanik die wesentlichen Verfahren eines CFD-Codes vom Standpunkt eines Finite-Volumen-Verfahrens entwickelt. Im Fokus steht hierbei die grundlegende mathematische Analyse der partiellen Differentialgleichungen und den daraus abgeleiteten räumlichen und zeitlichen Diskretisierungsmethoden. Zur Lösung der entstehenden linearen Gleichungssysteme werden die gebräuchlichsten iterativen Lösungsverfahren besprochen. Im zweiten Teil der Veranstaltung werden konkret turbomaschinenspezifische Aspekte näher beleuchtet. Darunter Prinzipien der Netzgenerierung, Turbulenzmodellierung und Randbedingungen.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden erlernen turbomaschinenspezifische Probleme der numerischen Strömungssimulation. • Im zweiten Teil der Vorlesung werden die Studierenden über die Limitationen und unumgänglichen Fehler der Numerik unterrichtet Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren • Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Thermodynamik 1 & 2 " Strömungsmechanik 1 & 2 " Grundlagen der Turbomaschinen " Turboverdichter und Pumpen (Auslegung von Turbomaschinen
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Thermodynamik 1 & 2 • Strömungsmechanik 1 & 2 • Grundlagen der Turbomaschinen • Turboverdichter und Pumpen (Auslegung von Turbomaschinen)
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Methoden der Modellierung von Turbomaschinen (401172001)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Methoden der Modellierung von Turbomaschinen	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Methoden der Modellierung von Turbomaschinen	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Alternative und elektrifizierte Fahrzeugantriebe (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014429
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 Definition und Motivation unkonventioneller Fahrzeugantriebe 2 Energieträger und -eigenschaften (Woche 2 und 3) 3 siehe Woche 2 4 Energiewandlungsprozesse und Umsetzung (Woche 4 und 5) Thermodynamische Energiewandlung 5 siehe Woche 4 6 Energiewandlungsprozesse und Umsetzung (Woche 6 und 7) Elektrochemische Energiewandlung (Brennstoffzelle) 7 siehe Woche 6 8 Strukturen alternativer Antriebskonzepte (Morphologie) (Woche 8 und 9) 9 siehe Woche 8 10 Fahrzeugparameter 11 Speicherung alternativer Energieträger (Woche 11 und 12) 12 siehe Woche 12 13 Energiewandler 14 Momentenwandler (Woche 14 und 15) 15 siehe Woche 14
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studierenden kennen die wichtigsten alternativen Brennverfahren von Verbrennunsmotoren wie auch die möglichen Ersatzkraftstoffe (z.B. Wasserstoff, Alkohole, Erdgas,usw.) und deren Eigenschaften. • Sie sind in der Lage, die wichtigsten Alternativen zum Verbrennungsmotor aufzuzeigen und anhand der Beurteilungskriterien für Fahrzeugantriebe darzulegen, und ihre Möglichkeiten für einen Serieneinsatz zu bewerten. • Die Studierenden kennen die wichtigsten regenerativen Antriebe als auch unkonventionelle Antiebskonzepte sowie deren Energiespeichersysteme. • Sie sind fähig, die Möglichkeiten für Regelstrategien abzuleiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Thermodynamik I/II " Grundlagen der Verbrennungsmotoren

	" Fahrzeugtechnik I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Vorraussetzungen: • Grundlagen der Verbrennungsmotoren • Fahrzeugtechnik 1 • Thermodynamik I/II
Literatur	• Vorlesungsumdruck Unkonventionelle Fahrzeugantriebe, S. Pischinger • Verbrennungskraftmaschinen I und II, S. Pischinger • ika Vorlesungsumdruck Unkonventionelle Fahrzeugantriebe, Prof. S. Gies • ika Übungssumdruck Unkonventionelle Fahrzeugantriebe, Prof. S. Gies
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Alternative und elektrifizierte Fahrzeugantriebe (401442901)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Alternative und elektrifizierte Fahrzeugantriebe	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Alternative und elektrifizierte Fahrzeugantriebe	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014388
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Anforderungen an den Automobilingenieur • Umfeld der Automobilindustrie 2 • Einführung in die Fahrzeugsicherheit • Unfallanalyse 3 • Beleuchtung • Klimatisierung, Glas 4 • Sichtkonzeption, • Bedienkonzeption 5 • Fahrerassistenzsysteme - Einführung, Gliederung von FAS 6 • Fahrerassistenzsysteme - Sensoren und Aktuatoren 7 • Fahrerassistenzsysteme - Applikationen 8 • Längs- und Querdynamikregelung 9 • Längs- und Querdynamikregelung 10 • Biomechanik • Fußgängerschutz 11 • Rückhaltesysteme 12 • Pre-Crash • Post-Crash 13 • Anforderung an die Systemintegrität 14 • Virtuelle Realität 15

	• Fahrerassistenzsysteme im Nutzfahrzeug
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Den Studierenden sind die Grundlagen der Unfallanalyse bekannt. • Den Studierenden sind die Anforderungen an Fahrerassistenzysteme bekannt • Ihnen sind die regelungstechnischen Grundlagen bekannt und sie können elementare Modellansätze zur Analyse von FAS-Szenarien aufstellen. • Die Studierenden sind mit dem Regelkreis Fahrer - Fahrzeug - Umwelt vertraut und kennen die Aufgaben des Fahrers bzgl. der Fahrzeugführung Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Prüfungen erfolgreich abgelegt: - Fahrzeugtechnik I, II - Regelungstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Prüfungen erfolgreich abgelegt: - Fahrzeugtechnik I, II - Regelungstechnik
Literatur	Übungsumdruck
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit (401438801)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Fahrzeugtechnik III - Systeme und Sicherheit	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014379
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Fahrzeugbauweisen • Einteilung in unterschiedliche Fahrzeugklassen • Definition unterschiedlicher Aufbauarten 2 • Plattformen, Module und Package • Erläuterung der Plattformstrategie • Definition von Modulbauweisen 3 • Aerodynamik und Design • Einflüsse auf verschiedene Fahrzeugaspekte • Gestaltung des Fahrzeuginnenraums 4 • Struktursteifigkeiten und Verbindungsmöglichkeiten • Belastungen der Karosserie im Fahrbetrieb • Erläuterung unterschiedlicher Fügeverfahren 5 • Leichtbaumaßnahmen • Leichtbauwerkstoffe • Konstruktiver Leichtbau und dessen Grenzen 6 • Konstruktive Gestaltung von Fahrzeug-Karosserien • Definition unterschiedlicher Strukturelemente 7 • Betriebsfestigkeit • Erläuterung der Ermüdungsfestigkeit • Bauteilbeanspruchung 8 • Funktions- und Dauererprobung • Untersuchung eines Betriebsfestigkeitsnachweises • Beschreibung unterschiedlicher Prüfanlagen 9 • FEM-Analyse und Crashberechnung • FEM bei der Strukturanalyse • Computergestütze Optimierung 10 • Passive Sicherheit, Energieabsorption und Deformation • Grundlagen der passiven Sicherheit • Energieabsorption unterschiedlicher Strukturbauteile und Kompatibilität

	11 • Frontalcrash und Seitencrash • Europäische und amerikanische Crashkonfigurationen 12 • sonst. Crashkonfigurationen • weitere Crashnormen • Erläuterung der Versuchstechnik
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen unterschiedliche Aspekte, die mit der konstruktiven Gestaltung und den Anforderungen an Karosseriestrukturen einhergehen. • Die Studierenden kennen die verschiedenen Anforderungen an unterschiedlichste Fahrzeugtypen. • Die Studierenden kennen und wissen die Einsatzmöglichkeiten verschiedener Prüfstände und Versuchstechniken für Strukturuntersuchungen. • Die Studierenden kennen verschiedene Fügeverfahren und die zugehörigen Einsatzbedingungen. • Die Studierenden kennen die Einsatzmöglichkeiten von Dauerprobungen und können die daraus resultierenden Ergbenisse interpretieren. • Die Studierem kennen die Einsatzmöglichkeiten von computergestützter Auslegung von Bauteilen und wissen unterschiedliche Aspekte der Komponentenoptimierung mittels Simulation. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren und geeignete Lösungen entsprehenden den gegebenen Randbedingungen zu formulieren. • Während der Übungseinheiten wird zwischen den Übungsleitern und den Studierenden ein Dialog geführt, währenddessen eine Lösungsfindung durchgeführt wird. • Zur Lösungsfindung gegebener Problemstellungen werden in Kleingruppen entsprechende Ansätze erarbeitet.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Skript zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen (401437901)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Strukturentwurf von Kraftfahrzeugen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Grundlagen der Maschinen und Strukturdynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011019
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung • Grundlegende Zusammenhänge • Anwendungsgebiete 2 • Dynamische Ersatzsysteme • Bauteile • Baugruppen 3 • Eigenverhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit einem Freiheitsgrad • Gedämpfte freie Schwingungen • Längsschwinger mit trockener Reibung 4 • Verhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit einem Freiheitsgrad bei Zwangserregung • Harmonische Krafterregung mit frequenzunabhängiger Amplitude • Unwuchterregung • Wegerregung 5 • Verhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit einem Freiheitsgrad bei Zwangserregung • Fahrzeugschwingungen • Seismische Erregung • Allg. periodische Erregung 6 • Auswuchten starrer und elastischer Rotoren • Anwendungen und Grundlagen • Unwuchtdarstellungen • Ermittlung und Ausgleich von Unwuchten 7 • Auswuchten starrer und elastischer Rotoren • Unwuchtmessungen • Unwuchtgüte 8 • Eigenverhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit mehreren Freiheitsgraden • Näherungsweise Bestimmung der Eigenkreisfrequenzen • Exakte Eigenkreisfrequenzen 9 • Eigenverhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit mehreren Freiheitsgraden • Zustandsgleichungen • Eigenwertproblem

10
• Verhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit mehreren Freiheitsgraden bei Zwangserregung
• Zustandsgleichungen
• Frequenzgangsmatrix
• Amplituden und Phasenfrequenzgang

11
• Biegekritische Drehzahlen:
• Welle mit einer Scheibe
• Welle mit einer oder mehreren Scheiben

12
• Selbsterregte Schwingungssysteme
• Selbsterregte Reibungsschwingungen
• Aerodynamisch selbsterregte Schwingungen

13
• Verhalten elastisch gelagerter Maschinen und Maschinenteile mit mehreren Freiheitsgraden bei Parametererregung
• Zahnradgetriebe
• Hubkolbenmaschine

14
• Einführung in MKS-Simulationsprogramme
• ADAMS
• SIMPACK
• SimMechanics

15
• Anwendungsbeispiel
• Schwingungsanalyse
• Maßnahmen zur Schwingungsvermeidung
• Auslegung

Lernziele/Lernergebnisse

Fachbezogen:

• Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über die Grundlagen der Maschinendynamik.
• Die Studierenden sind in der Lage ein Schwingungssystem zu erfassen, zu beschreiben und einer Analyse zuzuführen.
• Die Studierenden kennen die wichtigsten Merkmale der verschiedenen Schwingungssysteme und sind in der Lage die für das jeweilige Schwingungssystem die passenden Auslegungsverfahren anzuwenden.
• Die Studierenden sind fähig, den Unwuchtzustand eines Rotors zu beschreiben und die für das vollständige Auswuchten erforderlichen Ausgleichsunwuchten zu bestimmen.
• Die Studierenden kennen die Verfahren zur exakten und näherungsweisen Bestimmung von Eigenfrequenzen.
• Die Studenten kennen den Unterschied zwischen Bewegungsgleichungen und Zustandsgleichungen.
• Für die zu analysierenden Maschinen und Schwingungssysteme leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen die erforderlichen Methoden und Verfahren zur Synthese und Analyse her. Sie sind damit in der Lage mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, umfassende Fragestellungen und Probleme zur Auswahl und Auslegung von Schwingungssystemen aus der Industrie zu beantworten und zu lösen.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)

Empfohlene Voraussetzungen:
" Mechanik I,II,III
" Mathematik I, II, III und numerische Mathematik

(empfohlene) Voraussetzungen

Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module)

• Mechanik I,II,III
• Mathematik I bis III und numerische Mathematik

Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …)

• Grundlagen der Maschinen- und Strukturdynamik

Literatur	• Dresig, H.; Holzweißig, F.: Maschinendynamik. Springer-Verlag Berling Heidelberg New York, 6. Auflage 2005, 526 Seiten, mit 60 Aufgaben und Lösungen, ISBN 3-540-01362-8 • Dresig, H.: Schwingungen mechanischer Antriebssysteme. Springer-Verlag Berlin u.a., 2001 • Gasch, R.; Nordmann, R.; Pfützner, H.: Rotordynamik. Springerverlag Berlin u.a., 2. vollständig neubearbeitete und erweiterte Auflage 2002, 705 Seiten, ISBN 3-540-41240-9 • Pfeiffer, F.: Einführung in die Dynamik. Teubner, 1992 Magnus, K.; Popp, K.: Schwingungen, Teubner Verlag, 2002 • Ulbrich, H: Maschinendynamik, Teubner Verlag, 1996 VDI-Richtlinie 2149: Getriebedynamik Blatt 1: Starrkörper-Mechanismen, dt./engl., 72 Seiten, Nov. 1999
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. Burkhard Corves
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen der Maschinen und Strukturdynamik (401101901)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Grundlagen der Maschinen- und Strukturdynamik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Grundlagen der Maschinen- und Strukturdynamik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Luftfahrtantriebe II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011608
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Moderne Luftfahrtantriebe spielen im weltweiten Personen- und Warenverkehr eine bedeutende Rolle. Flugzeuge sind fester Bestandteil unserer modernen Infrastruktur und benötigen für einen profitablen Einsatz hoch effiziente und leistungsstarke Triebwerke. Um diese Anforderungen erfüllen zu können, ist ein tiefes Verständnis der Aero- und Thermodynamik in den unterschiedlichen Luftfahrtantrieben erforderlich. Die Vorlesung Luftfahrtantriebe II baut auf der Vorlesung Luftfahrtantriebe I auf. Die Grundlegenden Erkenntnisse aus Luftfahrtantriebe I werden auf aktuelle Triebwerkskonzepte, wie z.B. das Zweistrom-Turbinen-Luftstrahl-Triebwerk (Turbofan) und das Propeller-Turbinen-Luftstrahl-Triebwerk (Turboprop), angewendet. Dabei orientiert sich das Vorlesungskonzept weiter an dem analytischen Charakter der vorangegangenen Vorlesung. Alle Zusammenhänge werden nachvollziehbar analytisch hergeleitet und wichtige Auslegungs- und Betriebsparameter abgeleitet. Ebenso ist der Vergleich der vermittelten Berechnungsmethoden mit gängiger Performance Software Inhalt der Vorlesung. Neben den Gesamtsystembetrachtungen werden im Rahmen von Luftfahrtantriebe II ; auch die einzelnen Komponenten der verschiedenen Triebwerkskonzepte im Detail betrachtet. Dabei stehen die Funktionsweisen und wichtigsten Betriebsparameter der Komponenten im Fokus.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen den Aufbau und die Funktionsweise der unterschiedlichen Triebwerksbauarten • Sie sind in der Lage die aerothermodynamischen Zusammenhänge zu erkennen und zu erklären • Sie können die aerothermodynamischen Gesetze auf die Problemstellungen bei der Nachrechnung von Triebwerken anwenden Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren • Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Thermodynamik " Strömungsmechanik I " Grundlagen der Turbomaschinen " Luftfahrtantriebe I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Thermodynamik • Strömungsmechanik I • Grundlagen der Turbomaschinen • Luftfahrtantriebe I
Literatur	• Koschel, W. und Niehuis, R.: Luftfahrtantriebe II, Vorlesungsumdruck • Münzberg, H.G.: Flugantriebe, Springer Verlag Berlin 1972
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur. Die Endnote setzt sich zu 100% aus der Klausurnote zusammen. Bonuspunktregelung: Durch erfolgreiches Bearbeiten der Zwischenprüfung können bis zu 5% Bonuspunkte bezogen auf die reguläre Klausur erreicht werden.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Luftfahrtantriebe II (401160801)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Luftfahrtantriebe II	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Luftfahrtantriebe II	1. Semester	2. Semester	-	2
Bonuspunkteprüfung Luftfahrtantriebe II	1. Semester	2. Semester	-	0

Modultitel	Reaktionstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014422
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Zukünftige Änderung der Rohstoffbasis und der chemischen Routen zur Herstellung von Chemikalien • Biologische und chemische Prozesse, jeweilige typische Vor- und Nachteile • Notwendigkeit zur Beschreibung, Modellierung und Simulation von kinetischen Phänomenen 2 • Unstrukturierte, strukturierte, segregierte Modelle von kinetischen Phänomenen • Klassifizierung von Reaktionen: homogene, heterogene Reaktionen, Chemische Katalysatoren, Typen von Biokatalysatoren • Reaktionsordnungen 3 • Kinetik chemischer und biologischer Elementarreaktionen • Limitierungen, Inhibierungen, Aktivierungen • Verschiedene Phasen des Wachstums von Mikroorganismen, Mathematische Ansätze zu deren Beschreibung 4 • Reaktionsstöchiometrien chemischer und biologischer Reaktion • aerobe/anaerobe Reaktionen: respiratorischer Quotient 5 • Reaktionswärmen • Batch-, kontinuierliche Reaktoren, Vor- und Nachteile 6 • Herleitung der Bilanzen für Reaktoren mit Rückführungen • Bilanzen für Reaktoren mit Zuführungen: fed-batch-Reaktor 7 • Reaktoren mit immobilisierten Katalysatoren, Katalysatoren mit Diffusionswiderständen • Thiele Modulus 8 • Instationäre Zustände und Reaktionen • Mehrkomponenten-Reaktionen 9 • Einfluss des pH-Wertes auf biologische Reaktionen • Temperatureinfluss auf biologische und chemische Reaktionen 10 • Einfluss des osmotischen Druckes auf biologische Reaktionen • Eduktüberschuss-, Produkt- und Nebenprodukt-Inhibierungen 11 • Parallelreaktionen • Sequentielle Reaktionen

	12 • Verhalten von Reaktionssystemen mit Eduktüberschuss-, Produktinhibierung oder Katabolitrepression im Fed-batch 13 • Kinetische Beschreibung von Bioprozessen mit Katalysatorrückführung • Beschreibung von Prozessen unterschiedlicher Kinetik mit Reaktorkaskadierung 14 • Interaktion von Reaktion und Stofftransport 15 • Regelungsstrategien
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind fähig, die Bedeutung der Kinetik für chemische und biologische Prozesse zu interpretieren und in Bezug zur Gleichgewichtsthermodynamik zu setzen. • Die Studierenden können grundlegende kinetische Begriffe definieren und wesentlich kinetische Phänomene beschreiben. • Die Studierenden können die unterschiedlichen Zeitskalen von Elementarprozessen einschätzen und in Modellen adäquat berücksichtigen. • Die Studierenden kennen verschiedene Optimierungsziele und können diese situationsbedingt anwenden. • Die Studierenden können die Gesamtkinetik von biologischen und chemischen Reaktionen aus der Überlagerung von kinetischen Einzelreaktionsprozessen ableiten. • Die Studierenden kennen typische Reaktorkonfigurationen und können für beispielhafte Prozesse optimale Reaktorkonfigurationen und Reaktorbetriebsweisen herleiten und beurteilen. • Die Studierenden lernen wesentliche Beispiele für homogene, heterogene, enzymatische und Ganzzell-Katalyse kennen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können mit Simulationswerkzeugen umgehen. • Die Studierenden sind in der Lage, komplexe Gesamtprozesse systematisch in Teilprobleme zu zerlegen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Levenspiel: Chemical Reaction Engineering, Wiley & Sons, 3rd edition, 1999. • Bailey, Ollis: Biochemical Engineering Fundamentals, McGraw-Hill, 1st edition 1988 • Vorlesungsunterlagen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jochen Büchs
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Reaktionstechnik (401442201)	1. Semester	2. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Reaktionstechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Reaktionstechnik	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Maschinendynamik starrer Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010947
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master

Inhalt	1
	• Einführung
	• Grundlegende Zusammenhänge
	• Ebene Kinematik und Dynamik von Starrkörpern
	2
	• Dynamische Kraftanalyse ebener Starrkörper mit geschlossenen kinematischen Ketten: Graphische Methoden
	3
	• Dynamische Kraftanalyse ebener Starrkörper mit geschlossenen kinematischen Ketten: Analytische Methoden
	4
	• Bewegungsanalyse ebene Mechanismen mit Starrkörpern
	  • Systeme ohne Reibung
	  • Systeme mit Reibung
	5
	• Kinematik und Dynamik einer Einzylinderhubkolbenmaschine
	• Dynamisches Ersatzsystems des Pleuels
	• Umlaufmoment einer Einzylinderhubkolbenmaschine
	6
	• Dynamik von Mechanismen mit elastischen Gliedern
	7
	• Massenausgleich von Einzylinderhubkolbenmaschinen
	  • Ermittlung der Trägheitskräfte
	  • Ausgleich der Trägheitskräfte
	  • Ermittlung der Trägheitsmomente
	  • Ausgleich der Trägheitsmomente
	8
	• Massenausgleich von Mehrzylinder-Maschinen:
	  • Rechnerische Ermittlung der Trägheitskräfte
	  • Graphische Ermittlung der Trägheitskräfte
	  • Ermittlung der Trägheitsmomente
	9
	• Momentenausgleich von Mehrzylinderhubkolbenmaschinen
	10
	• Einführung in den Leistungsausgleich von Mechanismen und Hubkolbenmaschinen
	• Aufstellen der Leistungsbilanz
	11
	• Bewegungsgleichung
	  • Äußere Kräfte und Momente
	  • Kinetische Energie

	• Potentielle Energie 12 • Allgemeine Lösung der Bewegungsgleichung • Lösung der Bewegungsgleichung mit konstanten Massenträgheitsmoment • Lösung der Bewegungsgleichung für konstante Antriebswinkelgeschwindigkeit • Lösung der Bewegungsgleichung für eine vorgegebene Bewegung • Lösung der Bewegungsgleichung für konstante Energien 13 • Verlauf der Kurbel-Winkelgeschwindigkeit • Ungleichförmigkeitsgrad 14 • Einfluss des Schwungrades auf den Winkelgeschwindigkeitsverlauf der Kurbel • Graphische Schwungradermittlung 15 • Analytische Schwungradermittlung • Nähungsweise Ermittlung des Schwungrad-Massenträgheitsmomentes
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über die Massenkräfte und Massenmomente von Einzylinder- und Mehrzylinderhubkolbenmaschinen. • Die Studierenden kennen die wesentlichen Möglichkeiten des Massen- und Leistungsausgleich von Hubkolbenmaschinen und anderen mehrgliedrigen Drehgelenkgetrieben. • Die Studierenden sind fähig, bei Mechanismen und Maschinen mit zu großen Massenkräften, geeignete Ausgleichmaßnahmen vorzuschlagen, die entsprechenden Berechnungen durchzuführen und dabei die Ausgleichsmaßnahme komplett auszulegen. Dabei sind sie sich der Kompromisse bewusst, die hinsichtlich der anwachsenden Gelenkkräfte und Antriebsmomente gegenüber der Reduzierung der Massenkräfte einzugehen sind. • Die Studierenden kennen die wesentlichen Zusammenhänge, die zu Drehzahlschwankungen infolge nicht konstanter und auf die Antriebwelle bezogener Massenträgheitsmomente und veränderlicher Leistungszufuhr entstehen. Dabei sind sie in der Lage die jeweils wesentlichen Einflussfaktoren aufzugliedern und hieraus geeignete Maßnahmen zum Leistungsausgleich festzulegen. • Für zu analysierende Maschinen und Mechanismen leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen erforderliche Bestimmungsgleichung zum Massen- und Leistungsausgleich her. Sie sind damit in der Lage mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, jegliche Fragestellungen und Probleme zum Massen- und Leistungsausgleichs aus der Industrie zu beantworten und zu lösen. • Die Studierenden sind fähig aus einer dynamischen Analyse, praktische und innovative Handlungsanweisungen zum Massen- und Leistungsausgleich herzuleiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen : " Mechanik I,II,III " Mathematik I bis III und Numerische Mathematik
(empfohlene) Voraussetzungen	• Mechanik I,II,III • Mathematik I bis III und numerische Mathematik
Literatur	• Dresig, H.; Holzweißig, F.: Maschinendynamik. Springer-Verlag Berling Heidelberg New York, 6. Auflage 2005, 526 Seiten, mit 60 Aufgaben und Lösungen, ISBN 3-540-01362-8 • VDI-Richtlinie 2149: Getriebedynamik (Fachausschuss A204, Ltng. Prof. Dresig) Blatt 1: Starrkörper-Mechanismen, dt./engl., 72 Seiten, Nov. 1999 • Dresig, H.: Schwingungen mechanischer Antriebssysteme. Springer-Verlag Berlin u.a., 2001 • Gasch, R.; Nordemann, R.; Pfützner, H.: Rotordynamik. Springerverlag Berlin u.a., 2. vollständig neubearbeitete und erweiterte Auflage 2002, 705 Seiten, ISBN 3-540-41240-9 • Pfeiffer, F.: Einführung in die Dynamik. Teubner, 1992 • Magnus, K.; Popp, K.: Schwingungen, Teubner Verlag, 2002 • Heimann, B.; Gerth, W.; Popp, K.: Mechatronik. Fachbuchverlag Leipzig, 1998, 2. Auflage 2002 • Ulbrich, H: Maschinendynamik, Teubner Verlag, 1996
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur

Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr.-Ing. Mathias Hüsing Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. Burkhard Corves
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Maschinendynamik starrer Systeme (401094701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Maschinendynamik starrer Systeme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Maschinendynamik starrer Systeme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Continuum Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012505
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Materielle Körper, Konfigurationen, Koordinaten • Starrkörperbewegung 2 • Deformationsgradient 3 • Verformungen von Flächen- und Volumenelementen • Verschiebung, Verzerrung und Scherung 4 • Spektralzerlegung symmetrischer Tensoren • Verzerrungsinvarianten 5 • Polarzerlegung des Deformationsgradienten, Strecktensoren 6 • Verallgemeinerte Verzerrungen • Deformationsgeschwindigkeitsgradient 7 • Cauchy-Spannungstensor 8 • Impulserhaltungssatz 9 • Skalare Form des Impulserhaltungssatzes 10 • Momentenerhaltungssatz 11 • Erhaltungsatz der mechanischen Energie • Konjugierte Spannungs-Verzerrungs-Größen 12 • Konstitutive Theorie, Noll-Axiome • Materielle Objektivität 13 • Konstituitive Beziehungen, „Einfache“ Materialien • Elastische Materialien 14 • Materialsymmetrie, isotrope Materialen • Hyperelastische Materialien

	15 • Übungsklausur
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Durch die Lehrveranstaltung erhalten die Studierenden grundlegende Kenntnisse der Kontinuumsmechanik die durch praxisnahe Übungen gefestigt werden. Die Studierenden... • können Verzerrungs- und Spannungszustände, infolge großer elastischer Verformungen beschreiben. • sind in der Lage, Verzerrungs- und Spannungstensoren zu berechnen. • können Bilanzgleichungen für verschiedene Problemstellungen formulieren und anwenden. • kennen die Prinzipien der konstitutiven Theorie. • können einfache Materialgesetze formulieren und anwenden. • sind fähig, moderne Literatur zur Kontinuumsmechanik zu lesen. Im Zusammenhang mit der Lehrveranstaltung wenden die Studierenden die moderne absolute Schreibweise für Tensoren an. Bei der Lösung praktischer Beispiele sind Sie in der Lage, sowohl kartesische als auch beliebige krummlinige Koordinaten anzuwenden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten. • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: "Englisch "Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Englisch • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I
Literatur	• Ogden, R.W. Non-linear Elastic Deformations, Ellis Harwood Ltd. (1984) • Basar, Y., Weichert D. Nonlinear Continuum Mechanics of Solids, Springer (2000)
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Continuum Mechanics (401250501)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Continuum Mechanics	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Continuum Mechanics	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014349
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Begriff des Vektorraums, Endlichdimensionale Vektorräume • Geometrische Darstellung von Vektoren 2 • Beispiele von verschiedenen Vektorräumen Basis und Dimension eines Vektorraums 3 • Vektorkomponenten, Summationskonvention • Skalarprodukt von Vektoren, Euklidischer Raum 4 • Orthonormale Basis • Dualbasis 5 • Tensoren zweiter Stufe als lineare Abbildung • Rechte und linke Abbildung 6 • Tensorprodukt 7 • Basisdarstellung eines Tensors 8 • Basiswechsel, Transformationsregeln 9 • Spezielle Operationen mit Tensoren zweiter Stufe • Tensorfunktionen, exponentielle Tensorfunktion 10 • Transponierung von Tensoren, symmetrische und schiefsymmetrische Tensoren • Invertierung von Tensoren 11 • Skalarprodukt von Tensoren • Zerlegung von Tensoren zweiter Stufe 12 • Vektor- und tensorwertige Funktionen, Differentialrechnung 13 • Koordinaten im Euklidischen Raum, Tangentenvektoren • Koordinatentransformation, kovariante und kontravariante Komponenten 14 • Gradient, kovariante Ableitung

	• Christoffelsymbole, Darstellung der kovarianten Ableitung 15 • Übungsklausur
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Die Tensor Algebra ist die Sprache der modernen Kontinuumsmechanik und der Materialmodellierung. Die Studierenden... • sind fähig, moderne wissenschaftliche Literatur der Materialtheorie und Kontinuumsmechanik zu lesen und zu verstehen. • sind in der Lage, Tensorgleichungen in der Absolutschreibweise als auch in der Index-Notation zu formulieren und zu interpretieren. • können die theoretischen Konzepte der Tensorrechnung auf reale Problemstellungen übertragen und numerisch implementieren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten. • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Englisch Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...): " Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Englisch Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...): • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II
Literatur	• Halmos, P.R. Finite-Dimensional Vector Spaces. Van Nostrand, New York, 1958. • Itskov, M. Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers with Applications to Continuum Mechanics, Springer (2007, to appear).
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I (401434901)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011488
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Dreidimensionale Vektorfelder • Divergenz und Rotation 2 • Eigenwertproblem von Tensoren zweiter Stufe • Eigenwerte und Eigenvektoren 3 • Charakteristisches Polynom • Hauptinvarianten von Tensoren zweiter Stufe 4 • Beziehungen zwischen Hauptinvarianten, Hauptspuren und Eigenwerten 5 • Spektraldarstellung und Eigenprojektionen • Spektrale Zerlegung eines symmetrischen Tensors 6 • Cayley-Hamilton Theorem 7 • Skalarwertige isotrope Tensorfunktonen • Darstellungen von isotropen Tensorfunktionen 8 • Skalarwertige anisotrope Tensorfunktonen • Rychlewski-Theorem 9 • Materialsymmetrie • Isotrope, transversale isotrope und orthotrope Materialien 10 • Ableitungen von skalarwertigen isotropen Tensorfunktonen • Differentationsregeln für Tensoren 11 • Ableitungen von Hauptinvarianten, Hauptspuren und Eigenwerten von Tensoren zweiter Stufe 12 • Konstitutive Beziehungen für hyperelastische Materialien 13 • Tensorwertige isotrope Tensorfunktionen • Darstellungssatz 14

	• Beispiele von konstitutive Beziehungen für isotrope und anisotrope elastische Materialien 15 • Übungsklausur
Lernziele/Lernergebnisse	Ergänzend zum ersten Teil der Lehrveranstaltung erhalten die Studierenden einen Einblick in die moderne Differentialgeometrie und Materialmodellierung. Die Studierenden... • lernen die Begriffe Materialsymmetrie, Isotropie, Ansiotropie • sind in der Lage, konstitutive Beziehungen für isotrope und anistrope Materialien (wie z.B. Faserverstärkte Kunststoffe oder biologischer Gewebe) zu formulieren. • können unter Anwendung der Feldtheorie und Differentialrechnung verschiedene Gleichgewichtsbeziehungen sowohl in der Absolutschreibweise als auch in der Index- Notation formulieren. • können die theoretischen Konzepte der Materialmodellierung auf reale Problemstellungen übertragen und numerisch implementieren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten. • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I " Englisch
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I • Englisch
Literatur	• Halmos, P.R. Finite-Dimensional Vector Spaces. Van Nostrand, New York, 1958. • Itskov, M. Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers with Applications to Continuum Mechanics, Springer, 2007.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II (401148801)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Kosten und Wirtschaftlichkeit von Bioprozessen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014424
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Prozess- und Kostenmodelle • Aussagekraft von Bioprozessmodellen 2 • Kostenschätzung im Investitionsprojekt • Inhalte von Projektstudien 3 • Methoden zur Schätzung von Herstellkosten • Fließbildern und Massen- und Energiebilanzen • Personalkostenschätzung 4 • Methoden zur Schätzung von Investitionskosten • detaillierte Methoden vs. Regressionsgleichungen • Kostenfaktoren 5 • Kenngrößen der Wirtschaftlichkeit • Abschreibung, Steuern, Cash-flow • Break-Even, ROI, Amortisationszeit 6 • Dispositionsrechnungen • Deckungsbeitragsmethode • Anlagenkapazität 7 • Betrachtung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten • Gestaltung der Forschungspipeline 8 • (Übung) Einführung in SuperProDesigner • Flowsheeting, Definition des Prozesses • Beispiel: Herstellung eines monoklonalen Antikörpers 9 • (Übung) Einführung in SuperProDesigner II • Anwendung zur Wirtschaftlichkeitsberechnung • Eingangsgrößen, Interpretation • Beispiel: Herstellung eines monoklonalen Antikörpers 10 • (Übung) Sensitivitätsanalysen • Variation von Rohmaterialkosten und Verkaufspreis • Beispiel: Humaninsulinproduktion 11

	• (Übung) Sensitivitätsanalysen • Anlagendurchsatz und Lizensierung • Beispiel: Humaninsulinproduktion 12 • (Übung) Vergleich von Kostenschätzungsmethoden • Schwerpunkt manuelle Methoden • Beispiel: beta-Galactosidase-Anlage 13 • (Übung) Vergleich von Kostenschätzungsmethoden • Schwerpunkt PC-basierte Methode und Diskussion • Beispiel: beta-Galactosidase-Anlage 14 • (Übung) Einfluss des Bioprozessmodells • Simulation der Lysinsynthese (ModelMaker) 15 • (Übung) Verknüpfung von Bioprozessmodell und Kostenmodell • Beispiel: Lysinsynthese (SuperProDesigner)
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten kennen die Inhalte und Aussagekraft von Prozessmodellen und Kostenmodellen und können diese differenzieren. • Die Studierenden verstehen die grundlegenden Begriffe aus der Kosten- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung und können diese für gegebene Prozesse anwenden. • Die Studierenden interpretieren Wirtschaftlichkeitsberechnungen angemessen und können daraus Folgerungen für den Bioprozess ableiten. • Die Studierenden sind in der Lage, manuelle und computergestützte Kostenrechnungsmethoden anzuwenden und deren Vorhersage zu beurteilen. • Die Studierenden können typische Projektfragestellungen auf wirtschaftliche und Prozessfragestellung hin analysieren und übertragen diese adäquat in Software. • Die Studierenden lernen typische Anlagenkonfigurationen für biotechnische Produkte kennen und können für unbekannte Prozesse geeignete Anlagenkonfigurationen vorschlagen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können MS - Excel für die Erstellung von Diagrammen nutzen. • Die Studierenden lernen, umfangreiche Software gezielt anzuwenden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Englisch - Kenntnisse
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Englisch - Kenntnisse
Literatur	• W. Storhas, Bioverfahrensentwicklung, Wiley-VCH, Weinheim, 2003. Daraus: Kapitel 9 und 10 • Vorlesungsunterlagen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jochen Büchs
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	60,0

Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	30,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Kosten und Wirtschaftlichkeit von Bioprozessen (401442401)	1. Semester	2. Semester	2	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Kosten und Wirtschaftlichkeit von Bioprozessen	1. Semester	2. Semester	-	1
Übung Kosten und Wirtschaftlichkeit von Bioprozessen	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Produktaufarbeitung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010853
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Fallstudie, Sedimentation, Zentrifugation, Zellaufschluss, Filtration, Membranen, Fällung, Extraktion, Adsorption, Chromatographie, Kristallisation, Prozesssynthese
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studierenden kennen die typischen Grundoperationen zur Aufarbeitung von fermentativ hergestellten Produkten, wie z.B. Interferon oder Zitronensäure. • Die Studierenden verstehen den Aufbau von Aufreinigungsverfahren fermentativ hergestellter Produkte. • Die Studierenden verstehen die Funktionsweise der vorgestellten Grundoperationen auf Basis physikalischer Effekte. Fertigkeiten und Kompetenzen: • Die Studierenden können einzelne Grundoperationen auf Basis der für die Stofftrennung verantwortlichen Phänomene berechnen. • Die Studiereden sind in der Lage, für ein fermentativ hergestelltes Produkt in einem gegebenen Produktionssystem eine geeignete Aufarbeitungsroute vorzuschlagen und zu begründen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Bioprozesskinetik " Thermische Trennverfahren
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Grundoperationen der Verfahrenstechnik, Reaktionstechnik
Literatur	Empfohlene weiterführende Literatur: Ladisch MR. Bioseparations Engineering- Principle, Practise and Economics. New York: Wiley Interscience Belter PA et al. Bioseparations – Downstream Processing for Biotechnology. New York: Wiley &; Sons, (1988) Chmiel H. Bioprozesstechnik. München: Spektrum, 2nd ed., (2006) Chapter 10
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder der mündlichen Prüfung .
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Andreas Jupke
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Produktaufarbeitung (401085301)	1. Semester	2. Semester	3	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Produktaufarbeitung	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Produktaufarbeitung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Elektromechanische Antriebstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013311
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung • Grundlegende Zusammenhänge • Anwendungsgebiete 2 • Beuformen von Getrieben: Getriebearten nach Hauptbaulementen, Getriebearten nach Funktion 3 • Kurbelgetriebe • Grundlagen und Anwendungen • Graphische Lageanalyse • Rechnerische Lageanalyse 4 • Kurbelgetriebe • Graphische Lagesynthese 5 • Kurbelgetriebe • Rechnerische Lagesynthese • Totlagensynthese 6 • Kurbelgetriebe • Geschwindigkeiten (rein graphische Verfahren) 7 • Kurbelgetriebe • Geschwindigkeiten (Euler/Satz der Relativgeschwindigkeit) 8 • Kurbelgetriebe • Beschleunigungen (Euler) 9 • Kurvengetriebe • Beschleunigungen (Satz der Relativbeschleunigungen) 10 • Kurvengetriebe • Grundlagen und Anwendungen • Bewegungsaufgabe und Übergangsfunktion • Kinematische Hauptabmessungen 11 • Kurvengetriebe • Hodographenverfahren • Verfahren nach Flocke

	• Führungs- und Arbeitskurve 12 • Elektrische Drehantriebe • Elektrische Linearantriebe 13 • Motormodelle • Regelung von elektrischen Antrieben 14 • Anwendungsbeispiel • Prinzipsynthese • Maßsynthese • Auslegung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über die Grundlagen sowie Auslegung und Berechnung von elektromechanischen Antriebssystemen. • Die Studierenden sind in der Lage eine Bewegungsaufgabe zu erfassen, zu beschreiben und in einer Anforderungsliste an die Bewegungseinrichtung zusammenzufassen. • Die Studierenden kennen die wichtigsten Merkmale der verschiedenen elektrischen Antriebe und sind in der Lage, die für die jeweilige Antriebsaufgabe optimalen Antriebe auszuwählen. • Die Studierenden sind fähig, nach Antriebsauswahl mit Hilfe verfügbarer Katalogdaten die entsprechenden Berechnungen durchzuführen. • Die Studierenden kennen die wesentlichen Unterschiede und Einsatzarten von Kurbel- und Kurvengetrieben. Dabei sind sie in der Lage, die jeweils wesentlichen Einflussfaktoren aufzugliedern und hieraus geeignete Verfahren zur Getriebeauswahl anzuwenden. • Für die zu analysierenden Maschinen und Mechanismen leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen die erforderlichen Methoden und Verfahren zur Synthese und Analyse her. Sie sind damit in der Lage, mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, umfassende Fragestellungen und Probleme zur Auswahl und Auslegung von Bewegungseinrichtungen aus der Industrie zu beantworten und zu lösen. Nicht fachbezogene Lernziele (z.8. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.) • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mechanik I,II,III " Mathematik I bis III und numerische Mathematik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Mechanik I,II,III • Mathematik I bis III und numerische Mathematik
Literatur	• Kerle, H.; Corves, B.; Hüsing, M.: Einführung in die Getriebelehre. Stuttgart Leipzig Wiesbaden: B.G. Teubner Verlag, 2011. • Luck, K.; Modler, K.-H..: Getriebetechnik: Analyse, Synthese, Optimierung. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 1995.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung. Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur bzw. Mündlichen Prüfung, falls ausschließlich mündliche Prüfungen stattfinden.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. Burkhard Corves
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündliche Prüfung Elektromechanische Antriebstechnik (401331101)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Elektromechanische Antriebstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Elektromechanische Antriebstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Krafträder (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012516
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einleitung • Verkehrssytem Kraftrad - Daten & Fakten 2 • Längsdynamik • Antreiben und Bremsen, Motoren, Getriebe und Antriebe 3 • Querdynamik • Reifen, Fahrverhalten und -stabilität, Fahrwerke und Rahmen 4 • Vertikaldynamik • Fahrkomfort und Schwingungen, Federn und Dämpfer 5 • Sicherheit • Grundlagen der aktiven und passiven Sicherheit 6 • Neue Fahrzeugkonzepte • Ausblick auf neue Fahrzeugkonzepte, Neudefinition der Transportaufgabe
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben Kenntnis über die Grundlagen im Bereich der Krafträder: 1. Verkehrssystem Kraftrad 2. Längsdynamik 3. Querdynamik 4. Vertikaldynamik 5. Sicherheit 6. Neue Fahrzeugkonzepte Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Umdruck zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Krafträder (401251601)	2. Semester	1. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Krafträder	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Krafträder	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Industrieller Entwicklungsprozess von PKW-Antrieben (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014395
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Der Entwicklungsprozess und die Rolle des Entwicklungsingenieurs 2 • Exkursion zum Ford Testgelände Lommel (B) 3 • Ingenieurswerkzeuge und -techniken • QFD / FMEA. Robust Engineering • Übungen zu den Ingenieurswerkzeugen 4 • Ingenieurswerkzeuge und -techniken • SPC, Six Sigma • Übungen zu den Ingenieurswerkzeugen 5 • Ingenieurswerkzeuge und -techniken • Übungen zu den Ingenieurswerkzeugen 6 • Optimierung des Antriebssystems • Verbrauch, Abgase, Fahrleistungen • Akustik, Schwingungen, Vibrationen 7 • Übung Optimierung des Antriebssystems hinsichtlich Verbrauch, Abgase, Fahrleistungen 8-9 • Übung Optimierung des Antriebssystems hinsichtlich Akustik, Schwingungen, Vibrationen 10 • Ausführungsbeispiele mit Entwicklungsschwerpunkten • Entwicklung eines Handschaltgetriebes 11 • Ausführungsbeispiele mit Entwicklungsschwerpunkten • Optimierung des Motor-Getriebe-Systems • Ablauf eines Erprobungsprogramms
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden lernen die Entwicklungswerkzeuge zur systematischen Erarbeitung von konstruktiven Lösungen kennen. Hierzu zählen FMEA, SPC, Risiko-Prioritäts-Zahlen, Kano-Modelle... • Diese Werkzeuge werden anhand von Praxisbeispielen motiviert und angewendet. • Durch zahlreiche Übungen werden die Studierenden an den Qualitätsbegriff herangeführt und sensibilisiert.

	• Durch übergreifende Bauteilbetrachtungen (Motor/Gertiebeeinheit) wird das Verständnis für gesamtheitliche Systeme trainiert Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Im Rahmen der Exkursion wird das Teamverständis und der Zusammenhalt in der Gruppe gefördert und das gemeinsame Lernen erleichtert
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Skript zur Vorlesung und Übung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Industrieller Entwicklungsprozess von PKW-Antrieben (401439501)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Industrieller Entwicklungsprozess von PKW-Antrieben	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Industrieller Entwicklungsprozess von PKW-Antrieben	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014846
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Durch die Darstellung (in Wort und Bild) der wichtigsten optischen Strömungsmessverfahren und ihrer Anwendungen sollen die Studierenden die physikalischen Grundlagen der Messverfahren und verwendete Apparaturen (Laser, Kamera, Optik, etc.) verstehen. • Durch die erlangte Kenntnis der Möglichkeiten und Grenzen der Verfahren sollen die Studierenden in die Lage gebracht werden vorgegebene Strömungszustände zu analysieren und insbesondere geeignete Messmethoden zu ihrer Charakterisierung auszuwählen. • Im Rahmen von entsprechenden Laborübungen wird von den Studierenden gefordert und mit ihnen geübt, auf Grundlage der behandelten optischen Strömungsmessverfahren für einen gegebenen Strömungszustand Versuchsreihen zu entwickeln und durchzuführen. • Durch die Analyse und kritische Beurteilung der in der Laborübung gewonnenen Resultate, sollen die Studierenden Handlungsalternativen für weiterführende Messreihen entwickeln. Dies wird durch die in der Vorlesung gewonnene Kenntnis der Möglichkeiten und Grenzen der verschiedenen Verfahren ermöglicht. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Im Rahmen der Laborübungen wird von den Studierenden eine Analyse der Problemstellung, sowie der Vorschlag passender Strömungsmessmethoden gefordert. Dies und die nach der Laborübung erfolgte Bewertung der Ergebnisse schulen die Kompetenz, die richtigen Methoden auszuwählen und anzuwenden. • Die Durchführung der Laborexperimente in Kleingruppen soll kollektive Lernprozesse und Teamfähigkeit fördern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.): " Strömungsmechanik " Kenntnisse im Bereich der Strömungsmesstechnik (nicht optisch) " Kenntnisse im Bereich der Optik " Kenntnisse im Bereich der Lasertechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Strömungsmechanik • Kenntnisse im Berich der Strömungmesstechnik (nicht optisch) • Kenntnisse im Bereich der Optik • Kenntnisse im Bereich der Lasertechnik
Literatur	Raffel, Markus: Particle image velocimetry: a practical guide / Markus Raffel et. al. - Berlin: Springer, 1998
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-

Modulverantwortung	apl. Professor Dr.-Ing. Hans-Jürgen Koß
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren (401484601)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Drehflügler (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011719
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Beschreibung der historischen Entwicklung der Drehflügler und • Darstellung der dabei verfolgten unterschiedlichen Konzepte. 2 • Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Anordnungen der Rotoren und deren Antrieb. Z. B. Koaxialrotoren, Tandemanordnung, NOTAR, Blattspitzenantrieb, Flettnerrotoren. 3 • Erklärung der Funktion von Haupt- und Heckrotor, der mechanischen Ansteuerung und der dazu notwendigen Mechanik, insbesondere der der Taumelscheibe. 4 • Grundlagen der Strahltheorie, Herleitung der Gleichungen und Anwendung auf die Berechnung des Schwebeflugs, Rotorgütegrad und Leistungsbilanz beim Schwebeflug. 5 • Anwendung der Strahltheorie auf den Steig- und Sinkflug der Drehflügler. • Berechnung der Steiggeschwindigkeit und des Leistungsbedarfs. 6 • Anwendung der Strahltheorie auf den Vorwärtsflug. Leistungsbedarf abhängig von der Fluggeschwindigkeit mit den Anteilen: • Leistung durch die Durchströmung des Hauptrotors (induzierte Leistung), • Leistung durch den Zellenwiderstand (parasitäre Leistung) und Leistung durch die Rotorblätter (Profilwiderstand). 7 • Beschreibung der Ansätze für die Blattelementtheorie und Herleitung der Gleichungen. 8 • Anwendung der Blattelementtheorie auf den Schwebeflug. Berechnung der Verwindung der Hauptrotorblätter mit den beiden Spezialfällen: • konstanter Abwind auf der gesamten Rotorfläche und konstanter Auftriebsbeiwert auf der gesamten Blattlänge. 9 • Berechnung des Rotorgütegrads und Definition des idealen und des optimalen Rotors. 10 • Herleitung der Gleichungen für den Vorwärtsflug mit der Blattelementtheorie, • Berechnung des Schubes und des Widerstandes am Rotorblattelement. 11 • Erklärung der unterschiedlichen Wirbelmodelle zur Ermittlung des induzierten Anstellwinkels des Hauptrotors als notwendigem Input für die Blattelementtheorie. 12

	• Beschreibung und Berechnung der Schlag- und Schwenkbewegung der Hauptrotorblätter beim Vorwärtsflug und Erklärung des Zusammenhangs dieser Bewegungen mit der zyklischen Blattverstellung (Taumelscheibe). 13 • Behandlung der Zusammenhänge bei der Flugsteuerung und Trimmung von Drehflüglern, Erklärung der Blattspitzenebene, der Kontrollachse, und der Rotorschaftachse. 14 • Erklärung der Nicksteuerung und der Nickbewegung der Drehflügler, • Beschreibung des Zusammenhangs mit der statischen Stabilität. 15 • Berechnung und Beschreibung der Rotordurchströmung bei der Autorotation, Grenzbereiche für den Einsatz der Autorotation zur Rettung des Drehflüglers bei Triebwerks- und/oder Heckrotorausfall.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind in der Lage, das System Drehflügler (Hubschrauber) zu überschauen und die gegenseitige Abhängigkeit der wesentlichen Parameter zu analysieren. • Sie können konkrete Aussagen machen zur Funktionsweise und Ansteuerung des Haupt- und Heckrotors und haben Vor- und Nachteile unterschiedlicher Rotoranordnungen kennen gelernt. • Sie sind in der Lage, die Aerodynamik und den Leistungsbedarf des Drehflüglers beim Schwebeflug, Steigflug und Vorwärtsflug zu berechnen. • Die Studierenden können die Dynamik der Hauptrotorblätter (Schwenk-, Dreh- und Schlagbewegung) beschreiben. • Sie können konkrete Aussagen machen zur Steuerung von Drehflüglern. • Sie haben gelernt, die Voraussetzungen für die Flugstabilität von Drehflüglern zu beschreiben. • Sie haben verstanden, auf welche Weise ein Drehflügler bei einem Triebwerks- oder Heckrotordefekt durch Autorotation gerettet werden kann. • Die Studenten können die schnell fortschreitende Weiterentwicklung bei Hochtechnologie Produkten bezüglich der zunehmenden Komplexität bewerten. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zum Entwurf von Drehflüglern zu analysieren (Methodenkompetenz).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Strömungsmechanik
Literatur	• Vorlesungsumdruck Drehflügler mit ca. 250 Seiten • Viel Sekundärliteratur vorhanden, aber zum Erreichen der Lernziele nicht notwendig
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Ing. Eike Stumpf
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Drehflügler (401171901)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Drehflügler	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Drehflügler	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Mechanics of Living Tissues (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011566
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Introduction to Biomechanics: Foundations of Continuum Mechanics: Kinematics of continuum, deformation gradient, strain tensors, stresses, balance equations, constitutive relations, hyperelastic materials, strain energy functions, linear and non-linear material behavior, isotropy and anisotropy of living tissues. Biomechanics: Basic structural elements of tissues: elastin, collagen, mechanical properties of elastin and collagen, structure and mechanics of blood vessels, hyperelastic and viscoelastic models of blood vessels, anisotropic polyconvex strain energy functions for blood vessels, development and pathology of AAA, analytic and numerical models of AAA, structure and function of skin, mechanical properties of skin, Langer-lines, hyperelastic models of skin, functions and hierarchical structure of skeletal muscles, sarcomere contraction: interaction of actin an myosin, passive and active behavior, Hill's equation, hard tissues: bone, functions, mechanics of heart, active myocard, structure and mechanics of bone, strength hypothesis of bone: Tsai-Wu-criterion, mechanics of blood. Application example: Inflation of an artery under blood pressure. Medical application: clinical relevance of material parameters, development of strategies to estimate patient specific risk criteria Presentation of actual research areas and achievements in biomechanics
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Understanding of diversity in biological tissues in their structure, composition and mechanical properties • Knowledge of basic concepts and principles of continuum mechanics • Knowledge of basic constituents of soft and hard tissues, their mechanical properties and interaction • Understanding of correlation between mechanical dysfunction or failure of a tissue and its pathology • Overview on modern developments and problems of biomechanical research • Interdisciplinary thinking between biology, medicine, mechanics and mathematics
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Recommended: Basic knowledge in mathematics
(empfohlene) Voraussetzungen	Required: Basic knowledge in mathematics.
Literatur	• Script • Fung, Y.C., Biomechanics. Mechanical Properties of Living Tissues. 2nd Edition. Springer, New York 1993 • Humphrey, J.D., Cardiovascular Solid Mechanics: Cells, Tissues, and Organs. Springer, New York 2002
Sprache	Englisch

Prüfungsbedingungen	The mark of the module is the mark of the exam.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Mechanics of Living Tissues (401156601)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Mechanics of Living Tissues	2. Semester	1. Semester	-	-

Modultitel	Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011510
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: •Gegenstand und Einordnung des Themas • Vorstellung ausgewählte optische Systeme für die Produktion 2 • Elektromagnetische Wellen: • Analogie zwischen mechanischen und elektromagnetischen Wellen • Maxwellgleichungen, Wellengleichung, Superpositionsprinzip • Fourierzerlegung • Reflexion/Transmission, Polarisation 3 • Strahlenoptik (paraxiale Optik): • Abgrenzung: Beugungsoptik-Strahlenoptik • Konstruktion von Abbildungsstrahlengängen, Matrixformalismus • Kardinalpunkte und Hauptebenen • Helmholtz-Lagrange-Invariante, f/# - Zahl und numerische Apertur 4 • Aberrationen: • Aperturen und Pupillen • Optische Weglängendifferenz • Seidelsche Aberrationstheorie 5 • Korrektionsprinzipien: • Formfaktoren • Petzval-Summe • Symmetrisierung 6 • Ray-Tracing: • Prinzip des Ray-Tracing • Aberrationsdiagramme • Abbildungsleistung optischer Systeme 7 • Optisches Layout und Optimierung: • Vorgehen beim Optik Design • Optimierungsalgorithmen • Grundformen optischer System 8 • Optische Werkstoffe: • Grundlagen der linearen Dispersion • optische Gläser • Kristalloptiken • Metalloptiken

• Kunststoffoptiken
• GRIN-Werkstoffe

9
• Optische Komponenten:
• Asphärische optische Komponenten
• Lichtleitfasern
• Doppelbrechung
• Überblick: Fertigungsverfahren für optische Komponenten

10
• Interferenz und Beugung:
• Zweistrahl- und Vielstrahlinterferenz
• optische Schichten
• Fresnelsches Beugungsintegral, Fern- und Nahfeld
• beugungsbegrenzte Abbildung

11
• Der Gaußsche Strahl:
• Wellengleichung in SVE-Näherung
• Eigenschaften des Gaußschen Strahls
• Transformation des Gaußschen Strahls, komplexer Strahlparameter

12
• Strahlqualität:
• Beschreibung des Gauß-Mode und Erweiterung auf höhere Moden und Strahlverteilungen in der Praxis
• Verfahren zur Definition von Strahlradien
• Strahlqualität eines Arrays aus Einzelstrahlen
• Nutzung der Strahlqualität bei Lasern

13
• Optische Systeme für Hochleistungsdiodenlaser:
• Eigenschaften von Diodenlasern
• Einflussfaktoren auf die Brillanz von Diodenlasermodulen
• Auslegung von Fast-Axis-Collimatoren
• inkohärente/kohärente Kopplung

14
• Zusammenfassung und Wiederholung der wichtigsten Lerninhalte

Lernziele/Lernergebnisse

Fachbezogen:

• Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Berechnungsverfahren der paraxialen Optik und die Abbildungsfehler bei nicht-paraxialer Optik und können diese Verfahren einsetzen.
• Die Studierenden kennen das Ray-Tracing-Verfahren zum Entwurf und zur Optimierung technischer optischer Systeme.
• Die Studierenden kennen Grundformen optischer Systeme und deren Anwendungsgebiete.
• Die Studierenden können optische Systeme analysieren und deren Leistungsfähigkeit bewerten.
• Die Studierenden sind in der Lage, strahlenoptische Verfahren abzugrenzen von wellenoptischen Verfahren.
• Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Berechnungsverfahren der Laseroptik und können diese anwenden.

Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

• Die Studierenden werden in den Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz)
• Die Arbeit in der Übung erfolgt auch in Klengruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit)
• Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern (Präsentation)

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)

Empfohlene Voraussetzungen:
" Vorlesung "Physik für Maschinenbauer" aus Bachelor-Studiengang

(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Vorlesung "Physik für Maschinenbauer" aus Bachelor-Studiengang
Literatur	• Vorlesungsskript • F. Pedrotti et al.: Optik für Ingenieure, Springer
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine mündliche Prüfung, • alternativ: eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Carlo Holly
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen und Ausührungen optischer Systeme (401151001)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Wärme- und Stoffübertragung II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013379
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Strahlung aktiver Medien • Gasstrahlung • Strahlungstransportgleichung 2 • Wärmeübertragung bei Kondensation und Verdampfung • Wärmeübertragung bei der Kondensation • Behältersieden • Verdampfung im Rohr 3 • Kontaktwärmeübertragung 4 • Anwendung der Laplace-Transformation auf Wärmeleitungsprobleme 5 • Weiterführende Stoffübertragung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Nach erfolgreich abgelegter Prüfung sind Studenten in der Lage, komplexe Zusammenhänge in den Themenbereichen Strahlung von Gasen, Phasenwechsel und Stoffübertragung zu analysieren, formal zu erfassen und im Hinblick auf technische Fragestellungen zu interpretieren. • Sie kennen die grundsätzlichen Mechanismen und Einflussgrößen für das Phänomen der Kontaktwärmeübertragung und sind in der Lage, effektive Wärmeübergangskoeffizienten zu ermitteln. • Sie beherrschen die Anwendung der Laplace-Transformation zur analytischen Lösung partieller Differentialgleichungen, die zweidimensionale oder instationäre Wärmeleitungsprobleme beschreiben.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Wärme- und Stoffübertragung I " Strömungsmechanik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Wärme- und Stoffübertragung I • Strömungsmechanik
Literatur	Vorlesungsumdruck Wärme- und Stoffübertragung II, erhältlich am WSA
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Reinhold Kneer
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Wärme- und Stoffübertragung II (401337901)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Wärme- und Stoffübertragung II	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Wärme- und Stoffübertragung II	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Wärmeübertrager und Dampferzeuger (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011050
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Wärmeübertrager-Bauarten 1.1 Indirekte Wärmeübertrager 1.2 Direkte Wärmeübertrager 1.3 Regeneratoren 1.4 Stromführungsarten und Bezeichnungen 2. Wärmeübertrager ohne Phasenwechsel 2.1 Wärmetechnische Grundlagen 2.1.1 Energiebilanzen am Wärmeübertrager 2.1.2 Maximal übertragbare Wärmemenge 2.1.3 Wärmeübertragung 2.1.4 Kenngrößen zur wärmetechnischen Beurteilung von Wärmeübertragern 2.1.5 Allgemeine Eigenschaften der Betriebscharakteristik 2.1.6 Betriebscharakteristik für den Gleichstrom 2.1.7 Betriebscharakteristik für den Gegenstrom 2.1.8 Betriebscharakteristik für den Kreuzstrom 2.1.9 Betriebscharakteristik für hintereinandergeschaltete, querangeströmte Rohrreihen 2.1.10 Berechnungsmethode nach VDI-Wärmeatlas 2.1.11 Betriebscharakteristik für gekoppelte Apparate 2.2 Betriebscharakteristik für Regeneratoren 3. Verdampfer 3.1 Verdampfer bei freier Strömung (Behältersieden) 3.2 Blasensieden in senkrechten Rohren 3.3 Energiebilanz und Wärmeübertragungskoeffizient am beheizten Verdampferrohr 3.4 Verdampferbauarten in der Verfahrenstechnik 3.5 Dampferzeuger für die Kraftwerkstechnik 4. Wärme- und stoffübertragende Apparate 4.1 Grundlagen der gekoppelten Wärme- und Stoffübertragung 4.1.1 Wärmeübertragung von einer Oberfläche an ein Fluid 4.1.2 Stoffübertragung an einer Flüssigkeitsoberfläche 4.1.3 Analogien zwischen Wärme- und Stoffübertragung 4.2 Stoffbilanz an einer Flüssigkeitsoberfläche 4.3 Temperatur einer adiabaten Flüssigkeitsoberfläche 4.4 Zustandsänderung eines Gases beim Überströmen von Flüssigkeitsoberflächen 5. Anwendungsbeispiele 5.1 Feuchtluftkühler 5.2 Trockner 5.3 Rückkühlwerke und Kühltürme
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studenten sind in der Lage die verschiedenen Wärmeübertrager, Verdampfer sowie wärme- und stoffübertragenden Apparate innerhalb von technischen Systemen zu identifizieren. Sie können die für die Auslegung verwendeten Parameter berechnen und die Ergebnisse der Rechnung im Bezug auf die Anwendung interpretieren. Die Studenten sind in der Lage die Theorie auf praktische Anwendungen zu übertragen und die in der Realität auftretenden Probleme zu schildern.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Wärme- und Stoffübertragung " Thermodynamik
(empfohlene) Voraussetzungen	• Wärme- und Stoffübertragung • Thermodynamik
Literatur	Vorlesungsumdruck Wärmeübertrager und Dampferzeuger (erhältlich im WSA)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Reinhold Kneer
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Wärmeübertrager und Dampferzeuger (401105001)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Wärmeübertrager und Dampferzeuger	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Wärmeübertrager und Dampferzeuger	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Alternative Energietechniken (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012502
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Übersicht über die Energiewirtschaft (Weltweite und Deutsche Entwicklung, Reserven, Ressourcen, CO2-Problem, Energieverbrauch, Prognosen 2 • Bewertungsgrößen (Wirkungsgrade, Kumulierter Energieaufwand, Amortisationszeit, Erntefaktor) • Betriebliche, Ökologische Ökonomische Bewertungsgrößen • Soziale und Gesellschaftliche Aspekte 3 • Kraft-Wärmekopplung, Fernwärme, Tertiäre Ölgewinnung, Ölgewinnung aus Ölsand und Ölschiefer 4 • Rationelle Energieumwandlung 5 • Neue Verfahren der Kohlenutzung (Kohlevergasung, -verflüssigung 6 • Solarenergie (Solarfarm, -tower, Niedertemperatur Kollektor) 7 • Photovoltaik 8 • Windenergie 9 • Wasserkraftwerke (Laufwasser, Pumpspeicher, OTEC) 10 • Gezeitenenergie, Wellenenergie, Geothermische Energie 11 • Biomasse 12 • Wasserstoffwirtschaft 13 • Brennstoffzelle 14 • Innovative Reaktorkonzepte 15 • Kernfusion

Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen energiesystematische und energiewirtschaftliche Zusammenhänge • Die Studierenden können unterschiedliche Energiesysteme bezüglich ihres Wirkungsgrades sowie ökonomischer Kriterien untersuchen, berechnen und bewerten • Die Studierenden sind in der Lage verschiedene Energiesysteme (fossil, nuklear, regenerativ) bewerten und zu klassifizieren • Sie Studierenden können die Methoden zur thermodynamischen Bewertung und Optimierung auf Prozesse der Energieumwandlung anwenden • Die Studierenden sind fähig verschiedenste Energieumwandlungssysteme kritisch aus verschiedenen Blickwinkeln zu bewerten (Wärmetechnik, Ökologie, Ökonomie, Resourcenschonung, Risikoanalyse, gesellschaftliche Gesichtspunkte) Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Problemstellungen analysieren und bewerten
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur Bonuspunkteregelung: Zugeordnete Bonusveranstaltung: Energieversorgungsysteme (SS) Im Rahmen der Veranstaltung Energieversorgungsysteme wird eine Hausaufgabe vergeben, durch die ein Bonus von maximal 10% auf die Prüfung erlangt werden kann. • Es ist auch ohne Bonuspunkt möglich, die Prüfung mit der bestmöglichen Note zu absolvieren. • Erlangte Bonuspunkte haben keinen Einfluss auf das Prüfungsergebnis, wenn dieses ohne die Bonuspunkte "nicht bestanden" (5.0) lautet.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dirk Müller
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Alternative Energietechniken (401250201)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Alternative Energietechniken	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Alternative Energietechniken	2. Semester	1. Semester	-	2
Bonusveranstaltung Alternative Energietechniken	2. Semester	1. Semester	-	0

Modultitel	Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011681
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Vorlesung: Ziele und Aufgaben der industriellen Logistik 2 • Vorlesung: Organisatorische Einbindung der Logistik • Übung: Prozessoptimierung 3 • Vorlesung: Materialflussgestaltung • Gastvortrag 4 • Exkursion 5 • Vorlesung: Informationslogistik • Übung: Beergame 6 • Vorlesung: Entwicklung und Beschaffung • Übung: Entwicklung und Beschaffung 7 • Vorlesung: Material- und Fertigwarendisposition • Workshop: Erhöhung der Dispositionsgüte 8 • Vorlesung: Distributionslogistik • Übung: Eröffnungsverfahren zur Tourenplanung 9 • Vorlesung: Ersatzteillogistik • Gastvortrag 10 • Vorlesung: Logistikcontrolling • Übung: ABC- und XYZ-Analyse
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Ziele und Aufgaben der industriellen Logistik so wie die wichtigsten Aspekte von der organisatorischen Einbindung bis zum Logistik-Controlling. • Die Studierenden verstehen die Bedeutung und den Einfluss spezieller Sachverhalte der industriellen Logistik und können diese in den Gesamtkontext einordnen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Anhand von praxisbezogenen Übungen und Workshops lernen die Studierenden die erworbenen Kenntnisse auf praktische Fragestellungen zu übertragen. • Im „Beergame“ erfahren die Studierenden anhand einer interaktiven Simulation einer Zulieferkette zudem die Bedeutung des überbetrieblichen Kommunikationsaustauschs.

	Durch zwei Gastvorträge von Vortragenden aus der industriellen Praxis und eine Exkursion zu einem Industriekonzern werden zudem aktuelle und praxisrelevante Problemstellungen und Logistikkonzepte den Studierenden nahe gebracht und vermittelt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundlagen der Betriebswirtschaftlehre " Für die Veranstaltung im Sommersemester: Englischkenntnisse
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen der Betriebswirtschaftlehre • Für die Veranstaltung im Sommersemester: Englischkenntnisse
Literatur	• Zukunftsorientierte Gestaltung informationstechnologischer Netzwerke im Hinblick auf die Handlungsfähigkeit des Menschen, Veldkamp, G. • Eine Methodik zur Gestaltung kognitiv kompatibler Mensch-Maschine-Schnittstellen, angewandt am Beispiel der Steuerung einer CNC-Drehmaschine, Hartmann , E. • Entwicklung eines facharbeiterorientierten multimedialen Lernzeugs für numerisch gesteuerte Dreh- und Fräsprozesse, Sickel, H.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessorin Dr. rer. nat. Sabina Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik (401168101)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Vorlesung Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Computergestütztes Optikdesign (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011489
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: • Gegenstand und Einordnung des Themas • Berufsbild des Optik-Ingenieurs • Trends im Optik-Design 2 • Ray-Tracing: • Prinzip des Ray-Tracing • Diagnosewerkzeuge • Bewertung der Abbildungsleistung optischer Systeme 3 • Optisches Layout und Optimierung: • Vorgehen beim Optik-Design • Optimierungsalgorithmen 4 • Grundformen optischer Systeme: • Ausführung • Anwendungsfelder 5 • Strahlführungssysteme: • Lichtleitfaserkopplung für Festkörperlaser • Spiegelsysteme für FIR-Laser 6 • Fokussiersysteme: • Transmissive Optiken • Spiegel-Fokussiersysteme 7 • Strahlablenksysteme: • Scanneroptiken und F-Theta-Objektive • Polygonsysteme 8 • Homogenisierungssysteme: • Wellenleiterelemente • Reflektive Systeme 9 • Mikrooptiken: • Kollimatoren für Hochleistunsgdiodenlaser • miniaturisierte optische Systeme in Lasern 10 • Nichtrotationssysmmetrische optische Systeme:

	• Zylinderlinsensysteme • Prismensysteme 11 • Bildgebende optische Systeme: • optische Prozessüberwachungssysteme • optische Messsysteme 12 • Fertigungsgerechtes Design: • Berücksichtigung fertigungstechnischer Restriktionen • Verwendung von Standardkomponenten 13 • Toleranz- und Kostenanalyse für optische Systeme: • Einfluss von Fertigungs- und Montagetoleranzen auf die Leistungsfähigkeit optischer Systeme • Einfluss von Fertigungs- und Montagetoleranzen auf die Kosten optischer Systeme 14 • Zusammenfassung und Wiederholung der wichtigsten Lerninhalte Sonstiges: • Die Übungen werden mit einem kommerziell erhältlichen Ray-Tracing Programm im Rahmen einer Blockveranstaltung durchgeführt. Lizenzen sind am Lehrstuhl vorhanden. Eine Anmeldung ist erforderlich.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen moderne Methoden des computergestützten Optikdesigns. • Die Studierenden sind in der Lage, optische Systeme mit Methoden des computergestützten Optikdesigns auszulegen und zu bewerten. • Die Studierenden kennen Möglichkeiten und Voraussetzungen des computergestützten Optik-Designs. • Die Studierenden sind in der Lage, optische Systeme für die Produktion fertigungsgerecht und kostenoptimiert auszulegen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden in den Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz) • Die Arbeit in der Übung erfolgt in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit) • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern (Präsentation)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Vorlesung "Physik für Maschinenbauer" aus Bachelor-Studiengang " "Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme"
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Vorlesung "Physik für Maschinenbauer" aus Bachelor-Studiengang • "Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme"
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine mündliche Prüfung, • alternativ: Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Carlo Holly
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computergestütztes Optikdesign (401148901)	2. Semester	1. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Computergestütztes Optikdesign	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Change Management (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012513
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2012
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Phasen von Restrukturierungsprozessen (Unfreezing, Moving, Keep on moving) 2. Managementstrategien in Veränderungsprozessen 3. Organisationsanalyse 4. Kommunikation in Veränderungsprozessen 5. Prozesstransparenz in Großgruppenmethoden 6. Wissensmanagement-Tools 7. Werkzeuge des Change Managements
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Betrachtet man die Entwicklung von Unternehmen in den letzten Jahren, so treten zwei wesentliche Aspekte in den Vordergrund: Zum einen vom strukturorientierten Denken hin zum prozessorientierten Denken und zum anderen die Notwendigkeit, Prozesse ständig an wechselnde Randbedingungen anzupassen. • Die Studierenden verstehen die Grundprinzipien des Change Management und sind auf eine praktische Umsetzung im Unternehmen vorbereitet. • Sie wissen wie unternehmensinterne Prozesse möglichst schnell, nachhaltig und kosteneffizient angepasst bzw. umgestaltet werden können • Sie können die Phasen von Restrukturierungsprozessen erkennen und beschreiben • Sie kennen die wichtigsten zugehörigen Managemenstrategien und - Werkzeuge und können diese einsetzen • Sie können eine Organisationsanalyse durchführen • Sie können die Kommunikation in Veränderungsprozessen analysieren Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • An virtuellen und realen Beispielen wird Change Management in Teamarbeit erprobt. • Die Ergebnisse werden regelmäßig vor der Gesamtgruppe präsentiert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Übergreifender Wahlpflichtbereich in allen Lerngebieten
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Übergreifender Wahlpflichtbereich in allen Lerngebieten
Literatur	• Henning, K., Marks, S.: Kommunikations- und Organisationsentwicklung, Vorlesungsdruck, 6. überarbeitete Auflage. 2000. • Henning, K., Oertel, R., Isenhardt, I. (Hrsg.): Wissen – Innovation – Netzwerke. Wege zur Zukunftsfähigkeit. Berlin, Heidelberg. 2003. • ILOI-Studie: Management of Change. Erfolgsfaktoren und Barrieren, organisationaler Veränderungsprozesse. Internationales Institut für Lernende Organisation und Innovation. München 1997. • Mohr, N.; Woehe, J. M.: Widerstand erfolgreich managen, professionelle Kommunikation in Veränderungsprojekten. Frankfurt/M. u.a.: Campus 1998. • Rieckmann, H., Weißengruber,P.: Managing the Unmanageable? – Oder: Lassen sich komplexe Systeme überhaupt steuern? – Offenes Systemmanagement mit dem OSTOAnsatz, in: Kraus, H., Kailer, N., Sander, K. (Hrsg.): Management Development im Wandel. Wien 1990.

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Ein Referat mit schriftlicher Ausarbeitung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professorin Dr. phil. Ingrid Isenhardt Universitätsprofessorin Dr. rer. nat. Sabina Jeschke
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Change Management (401251301)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Change Management	2. Semester	1. Semester	-	2
Labor Change Management	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Kommunikation und Organisationsentwicklung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010971
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2007
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Einführung Kommunikation und Organisationsentwicklung 2. Geschichte der Organisationsentwicklung 3. Organisationsstrukturen 4. Organisationen als offene kybernetischen Systeme 5. Monologische Kommunikation 6. Dialogische Kommunikation 7. Werkzeuge betrieblicher Kommunikation (Teil I) 8. Werkzeuge betrieblicher Kommunikation (Teil II) 9. Methoden des Change Managements (Teil I) 10. Methoden des Change Managements (Teil II) 11. Systemische Organisationsentwicklung 12. Diagnose von Organisationen 13. Redesign von Organisationen 14. Organisationsentwicklung in Netzwerken 15. Kommunikation in Netzwerken
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die wichtigsten Kommunikationsmodelle und ;können diese auf praktische Beispiele in Unternehmen anwenden und übertragen. Sie können Organisationsstrukturen identifizieren, erläutern ; und daraus Schlüsse über die Arbeits- und Kommunikationsprozesse ziehen. Sie sind in der Lage, Analyse- und Gestaltungsmöglichkeiten von KOE-Prozessen in Unternehmen/Organisationen zu erkennen und ent-sprechende Werkzeuge zu erläutern und anzuwenden. • Aktuelle Entwicklungen in der Organisationsentwicklung können vor dem historischen Hintergrund den verschiedenen Richtungen der KOE eingeordnet werden. Qualitative und quantitative Beobachtungen aus der Praxis der Organisationsentwicklung können von den Studierenden reflektiert und in Beziehung zu einander gesetzt werden. Das systemische Verständnis von Organisationen und deren Kommunikationsprozessen ist mittels entsprechender Modelle so weit entwickelt, dass reale Situationen in Organisationen beurteilt werden und begründete Ent-scheidungsvorschläge gemacht werden können. Die Studierenden verstehen KOE-Prozesse als komplexe Vorgänge und können Werkzeuge zur systemischen Diagnose und zum Redesign von Organisationen anwenden. Nicht fachbezogen: • Entwicklung und Steuerung effizienten Arbeitens in selbstständigen Teams • Anwendung von Kommunikationsmedien in Teams • Anwendung von Methoden des Projektmanagements bei der Analyse einer Organisation in der Übung
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Kommunikations- und Organisationsentwicklung, Vorlesungsdruck, 6. überarbeitete Auflage 2000.

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur. Im Rahmen des Labors ;;soll es den Studierenden möglich sein bis zu 33 Punkte bzw. 10 % zur Hauptprüfung als Bonuspunkte zu erhalten. Die Gruppenarbeit besteht aus folgenden Kriterien: • Abgabe je eines ;;Konzepts (max. 10 Seiten) • Einreichung eines Produktvideos (Länge: 3 Minuten) • Vorlage einer Liste mit allen beteiligten Studierenden (Identifikation über Matrikelnummer) zum Abschluss der Unternehmenssimulation. Es ist auch ohne diese Bonuspunkte möglich, die bestmögliche Note zu erreichen. Erlangte Bonuspunkte haben keinen Einfluss auf das Prüfungsergebnis, wenn dieses „nicht bestanden“ (5,0) lautet.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professorin Dr. phil. Ingrid Isenhardt
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Kommunikation und Organisationsentwicklung (401097101)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Labor Kommunikation und Organisationsentwicklung	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Kommunikation und Organisationsentwicklung	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Auslegung von Turbomaschinen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011051
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Turbomaschinen spielen in weiten Teilen unseres Lebens eine bedeutende Rolle. Sie sind Antriebe nahezu aller modernen Flugzeuge, werden im Bereich der Stromerzeugung eingesetzt oder sind wichtiger Bestandteil in Anlagen der Prozessindustrie. Dabei werden immer höhere Anforderungen in Bezug auf Effizienz, Emissionen und Leistungsfähigkeit gestellt. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können ist ein tiefes Verständnis der Thermodynamik, Aerodynamik und Strukturmechanik von Turbomaschinen erforderlich. Das Ziel der Vorlesung Auslegung von Turbomaschinen ist es, grundlegende physikalische Verhältnisse, die die Auslegung und den Betrieb von Turbomaschinen bestimmen, zu vermitteln. Dabei werden vornehmlich eindimensionale Berechnungsverfahren der Aerodynamik und der Strukturmechanik erläutert und exemplarisch angewandt. Zu Beginn der Vorlesung wird der in der Industrie typische Entwicklungsprozess eines Flugzeugtriebwerks von der Vorauslegung bis zur Zertifizierung vorgestellt, sowie die Vorlesungsinhalte in diesen eingeordnet. Anschließend wird anhand des Aero-Mittelschnittsverfahrens gezeigt, wie sich Geschwindigkeiten, Winkel und Wirkungsgrade ; einzelner Turbomaschinenstufen anhand von drei dimensionslosen Kenngrößen bestimmen und optimieren lassen. Die Aufstellung der einzelnen Verlustkorrelationen stellt einen wesentlichen Anteil in diesem Kapitel dar. Im nächsten Schritt wird die Auslegung in die radiale Richtung erweitert, um die Geschwindigkeiten und Winkel über die gesamte Kanalhöhe bestimmen zu können. Die aerodynamische Auslegung findet in dieser Vorlesung mit der Behandlung des Through-Flow-Verfahrens als aerodynamisches Vorauslegungswerkzeug seinen Abschluss. Dieses wendet die beim Mittelschnittsverfahren bestimmten Verlustziffern auf verschiedenen Stromlinien an. Zum Abschluss der Vorlesung wird auf die strukturmechanische Vorauslegung eingegangen, bei der ebenfalls mit analytischen Methoden (z.B. Balkentheorieverfahren) die statischen und dynamischen Belastungen der Komponenten abgeschätzt werden.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind mit der Aufgabenstellung der der Funktionsweise von Turboarbeitsmaschinen vertraut. • Sie kennen die Unterschiede und Möglichkeiten der zwei- und dreidimensionalen Strömungsberechnung in Turbomaschinen • Sie sind in der Lage, vereinfachte Berechnungsmethoden anzuwenden und zu beurteilen • Die Studierenden können die Betriebskennfelder von Turboverdichtern und Pumpen beurteilen und sind in der Lage die Grenzen des Betriebsbereichs zu erläutern • Sie sind mit den unterschiedlichen Problemstellungen von thermischen und hydraulischen Turboarbeitsmaschinen vertraut. • Sie können die Reglungsmöglichkeiten von Turboarbeitsmaschinen erläutern und bezüglich ihrer Wirtschaftlichkeit beurteilen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren • Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten entwickeln und gegenüberstellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: "Thermodynamik

	"Strömungsmechanik I "Grundlagen der Turbomaschinen
(empfohlene) Voraussetzungen	empfohlen: • Thermodynamik • Strömungsmechanik I • Grundlagen der Turbomaschinen
Literatur	Gallus, H.E.: Turboverdichter und Pumpen - Berechnung und Entwurf Vorlesungsumdruck
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Auslegung von Turbomaschinen (401105101)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Auslegung von Turbomaschinen	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Auslegung von Turbomaschinen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Fertigungstechnik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014339
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2007
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	- Einführung in die Fertigungstechnik - Zerspanung mit geometrisch bestimmter Schneide - Zerspanung mit geometrisch unbestimmter Schneide - Abtragende Verfahren EDM - Abtragende Verfahren ECM - Massivumformung - Blechumformung - Pulvermetallurgie, Gießen - Additive Fertigungsverfahren - Lasermaterialbearbeitung und Hochdruckwasserstrahlverfahren - Technologieverkettung und fertigungsbedingte Bauteileigenschaften - Abschlussvorlesung mit Themenbeiträgen von Studierenden
Lernziele/Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen haben die Studierenden Kenntnisse und Fähigkeiten in den Themenfeldern, die unter Inhalt beschrieben werden, erworben. Wissen und Verstehen: Sie kennen die grundlegenden Eigenschaften wichtiger industrieller Fertigungsverfahren: - Zerspanung mit geometrisch bestimmter Schneide (z.B. Drehen, Bohren Fräsen), - Zerspanung mit geometrisch unbestimmter Schneide (z.B. Schleifen, Honen, Läppen), - Abtragende Fertigungsverfahren (EDM und ECM), - Umformung (Massiv- und Blechumformung), - Urformen (Pulvermetallurgie und Gießen), - Additive Fertigungsverfahren, - Lasermaterialbearbeitung und Hochdruckwasserstrahlverfahren. Sie verstehen die Verfahrensprinzipien und die wesentlichen Einflüsse von Prozessparametern auf die Bauteileigenschaften und auf das Verschleißverhalten der Werkzeuge. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, geeignete Fertigungsprozesse im Hinblick auf geometrische und funktionale Bauteileigenschaften auszuwählen. Sie sind in der Lage, die Auswirkungen von

	Parameteränderungen auf die Prozesskräfte, den Werkzeugverschleiß und die Bauteileigenschaften einzuschätzen. Sie sind dadurch fähig, Fertigungsprozesse wissenschaftlich zu untersuchen, zu optimieren, in Frage zu stellen und Alternativen aufzuzeigen. Ferner können sie die Wirkzusammenhänge zwischen verketteten Technologien und daraus resultierenden Bauteileigenschaften erläutern. Zum Ende der Veranstaltungsreihe wird Studierenden die Möglichkeit zur Gestaltung einer Abschlussvorlesung gegeben. Einige Wochen vor Vorlesungsende werden Themen vergeben, zu denen Studierende selbständig recherchieren, eine Präsentation ausarbeiten, und einen Kurzvortrag halten können. Die Präsentationen können sowohl einzeln als auch in einer kleinen Gruppe erfolgen und deren Inhalte können auch für die Prüfung herangezogen werden. Als Anreiz bietet der Lehrstuhl die Option auf den Erhalt eines Empfehlungsschreibens. Hierzu wird der Lehrstuhl durch das persönliche Engagement, das besondere Interesse am Fach, das Betreuungsverhältnis während der Ausarbeitung und durch einen Eindruck von der Vortragsqualität befähigt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Primärliteratur: Klocke, F. Fertigungsverfahren 1: Zerspanung mit geometrisch bestimmter Schneide, 9. Aufl., 2018, Online-ISBN: 9783662542071, Print-ISBN: 9783662542064 (bzw. engl.: Manufacturing Processes 1, 1st Ed., 2011, Print-ISBN: 9783642119781) Fertigungsverfahren 2: Zerspanung mit geometrisch unbestimmter Schneide, 6. Aufl., 2018, Online-ISBN: 9783662580929, Print-ISBN: 9783662580912 (bzw. engl.: Manufacturing Processes 2, 1st Ed., 2009, Print-ISBN: 9783540922582) Fertigungsverfahren 3: Abtragen, Generieren und Lasermaterialbearbeitung, 4. Aufl., 2007, Online-ISBN: 9783540489542, Print-ISBN: 9783540234920 Fertigungsverfahren 4: Umformen, 6. Aufl., 2017, Online-ISBN: 9783662547144, Print-ISBN: 9783662547137 (bzw. Engl.: Manufacturing Processes 4, 1st Ed., 2013, Print-ISBN: 9783642367717) Fertigungsverfahren 5: Gießen und Pulvermetallurgie, 5. Aufl., 2018, Online-ISBN: 9783662547281, Print-ISBN: 9783662547274 Sekundärliteratur: Kalpakjian, S.; Schmid, S.; Werner, E.: Werkstofftechnik - Herstellung, Verarbeitung, Fertigung Altan, T.: Metal Forming - Fundamentals and Applications, 1983 C.I.R.P. Wörterbuch der Fertigungstechnik: Band I/1, Umformtechnik 1, 2. Aufl. 1997, Band I/2, Umformtechnik 2, 2. Aufl. 2002 Band II, Trennende Verfahren, 2004, Band III, Produktionssysteme, 2004, Band IV, Montage, 2011
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Bergs
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fertigungstechnik I (401433901)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fertigungstechnik I	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Fertigungstechnik I	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Simulation Techniques in Manufacturing Technology (STMT) (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012413
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 - In der ersten Vorlesung wird eine Einführung in das Thema „Simulationsverfahren in der Fertigungstechnik“ gegeben. 2 - Die Inhalte der zweiten Vorlesung sind die grundlegenden Aspekte und Prozesse der Umformtechnik. 3 - Nachdem der Student die Grundlagen der Umformtechnik erlernt hat, konzentriert sich diese Vorlesung auf aktuelle Simulationsverfahren beim Umformen. 4 - Die vierte Vorlesung befasst sich mit grundlegenden Aspekten und der Simulation der Massivumformung. 5 - Die fünfte Vorlesung gibt eine Einführung in die Grundlagen und Simulationsverfahren bei Blechumformung und Trennen. 6 - Inhalt der sechsten Vorlesung sind die Grundsätze der Zerspanung. 7 - Vorlesung 7 gibt einen generellen Überblick der verschiedenen Zerpanprozesse. 8 - Eine Möglichkeit Zerspanprozesse ganzheitlich zu modellieren ist die Finite-Elemente-Methode (FEM). Diese Vorlesung vermittelt die Vorgehensweise und Modellierungsansätze der FE-Zerspansimulation sowie zeigt verschiedene und aktuelle Beispiele für die FE-Simulation von Zerspanprozessen. 9 - Die neunte Vorlesung gibt eine Einführung in das Zerspanen mit undefinierter Schneide. 10 - Vorlesung 10 stellt aktuelle Modellierungsmethoden beim Schleifen vor. 11 - In Vorlesung 11 wird besonders auf die Methoden der Validierungs- und Optimierungstechniken eingegangen. 12 - Inhalt der letzten Veranstaltung ist es, in kleinen Gruppen die Aufstellung und Auswertung von FE-Simulation mit den FE-Codes DEFORM und ABAQUS zu erlernen.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: - Einführung in die grundsätzlichen Methoden der Modellierung und Simulation von Fertigungsverfahren - Revision der Grundlagen der Werkstoffkunde und Fertigungstechnik - Darstellung des Potentials der Modellierung und Simulation: Erhöhung des Prozessverständnisses, Verbesserung der Prozesssicherheit und Optimierung des Arbeitsergebnisses - Vorgehensweise und Einsatz der Finite-Elemente-Methode zur Simulation von Fertigungsprozessen - Möglichkeiten und Grenzen der Modellierung und Simulation zeigen - Anwendung der Simulationssoftware DEFORM und ABAQUS zur Simulation unterschiedlicher Fertigungsverfahren Nicht fachbezogene Lernziele: - Im Rahmen von Forschung und Entwicklung eigenständig passende Simulationsverfahren für Fertigungsprozesse auswählen und wissenschaftlich fundiert begründen - Eigene Ansätze zur Modellierung der Fertigungsprozesse entwickeln und in Forschungsfragen formulieren sowie in Entwicklungstätigkeiten einfließen lassen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Englisch in Wort und Schrift
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: - Grundkenntnisse der Werkstoffkunde - Grundlagen der Vektor- und Tensorrechnung

	- EDV-Grundlagen Empfohlene Voraussetzungen - Englisch in Wort und Schrift - Fertigungstechnik I
Literatur	S. Kobayashi, T. Altan, S. Kobayashi: Metal Forming and the Finite-Element Method, Oxford Series on Advanced Manufacturing, Oxford University Press, 1989 - T. Childs: Metal Machining (Theory and Applications), ISBN-13: 978-0340691595 - K. Cheng: Machining Dynamics (Fundamentals, Applications and Practices), ISBN: 978-1-84628-367-3
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche oder eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Thomas Bergs
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur/mündliche Prüfung STMT (401241301)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung STMT	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung STMT	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Grundoperationen der Energietechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010881
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Einleitung 1.1. Prozesse bei der Energieumwandlung 1.2. Apparate im Kraftwerkspfad 2. Brenner 2.1. Grundlagen der Verbrennung • 2.1.1. Für die Verbrennung benötigte Apparate • 2.1.2. Energievorräte und Energieverbrauch • 2.1.3. Charakterisierung der Brennstoffe • 2.1.4. Verbrennungsrechnung • 2.1.5. Verbrennungstemperatur - 2.1.5.1. Theoretische Verbrennungstemperatur - 2.1.5.2. Wirkliche Verbrennungstemperatur • 2.1.6. Wärme- und Stoffübertragung an Brennstofftropfen - 2.1.6.1. Stationäre Wärme- und Stoffübertragung - 2.1.6.2. Instationäre Verdunstung • 2.1.7. Verbrennung von festen Brennstoffen - 2.1.7.1. Pyrolyse - 2.1.7.2. Koksabbrand - 2.1.7.3. Koksabbrandzeiten • 2.1.8. Brennstoffspezifische Gestaltung von Verbrennungsapparaten 2.2. Schadstoffbildung bei der Verbrennung • 2.2.1. Kohlenstoffmonoxid CO • 2.2.2. Schwefeloxide SOx • 2.2.3. Stickstoffoxide NOx - 2.2.3.1. Thermische NOx-Bildung - 2.2.3.2. Bildung von Brennstoff-NOx - 2.2.3.3.Maßnahmen zur Reduktion von NOx 3. Wärmeübertrager, Verdampfer, Kondensatoren 3.1. Wärmeübertrager-Bauarten • 3.1.1. Indirekte Wärmeübertrager • 3.1.2. Direkte Wärmeübertrager • 3.1.3. Regeneratoren • 3.1.4. Stromführungsarten und Bezeichnungen 3.2. Wärmeübertrager ohne Phasenwechsel • 3.2.1. Wärmetechnische Grundlagen - 3.2.1.1. Energiebilanzen am Wärmeübertrager - 3.2.1.2. Maximal übertragbare Wärmemenge - 3.2.1.3. Wärmeübertragung - 3.2.1.4. Kenngrößen zur wärmetechnischen Beurteilung von Wärmeübertragern

	- 3.2.1.5. Allgemeine Eigenschaften der Betriebscharakteristik - 3.2.1.6. Betriebscharakteristik für den Gleichstrom - 3.2.1.7. Betriebscharakteristik für den Gegenstrom - 3.2.1.8. Betriebscharakteristik für den Kreuzstrom - 3.2.1.9. Betriebscharakteristik für hintereinandergeschaltete, querangeströmte Rohrreihen - 3.2.1.10. Berechnungsmethode nach VDI-Wärmeatlas - 3.2.1.11. Betriebscharakteristik für gekoppelte Apparate - 3.2.1.12. Betriebscharakteristik für Regeneratoren 3.3. Verdampfer • 3.3.1. Verdampfer bei freier Strömung (Behältersieden) • 3.3.2. Verdampferbauarten in der Verfahrenstechnik 3.4. Kondensatoren und Kühler • 3.4.1. Stoffbilanz an einer Flüssigkeitsoberfläche • 3.4.2. Temperatur einer adiabaten Flüssigkeitsoberfläche • 3.4.3. Zustandsänderung eines Gases beim Überströmen von Flüssigkeitsoberflächen • 3.4.4. Anwendungsbeispiel: Kühler 4. Arbeitsmaschinen: Pumpen und Verdichter 4.1. Einteilung der Arbeitsmaschinen 4.2. Ausgewählte Grundlagen 4.3. Einsatzbereiche 4.4. Anwendungsbeispiele
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studenten sind in der Lage, die bei der Energieumwandlung auftretenden Prozesse zu analysieren und die dabei verwendeten Apparate (z.B. Brenner, Wärmeübertrager sowie Pumpen und Verdichter) zu identifizieren. • Sie können die für die Auslegung verwendeten Parameter berechnen und die Ergebnisse der Rechnung im Bezug auf die Anwendung interpretieren. • Die Studenten sind in der Lage die Theorie auf praktische Anwendungen zu übertragen und die in der Realität auftretenden Probleme zu schildern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: - Wärme- und Stoffübertragung I - Thermodynamik I-II - Strömungsmechanik I
(empfohlene) Voraussetzungen	• Wärme- und Stoffübertragung I • Thermodynamik I-II • Strömungsmechanik I
Literatur	• Vorlesungsumdruck Grundoperationen der Energietechnik
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dirk Müller
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundoperationen der Energietechnik (401088101)	2. Semester	1. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundoperationen der Energietechnik	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Grundoperationen der Energietechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Wärme- und Stoffübertragung I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010928
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Einleitung Mechanismen des Wärmetransports 1.1 Wärmestrahlung 1.2 Wärmeleitung 1.3 Konvektion 2. Wärmestrahlung 2.1: - Strahlungseigenschaften - Wellen-/Quantencharakter - Stefan-Boltzmannsches Gesetz - Plancksches Verteilungsgesetz - Reflexion, Absorption, Transmission - Kirchhoffsches Gesetz - Richtungsabhängige und diffuse Strahlung 2.2 Strahlungsaustausch 2.2.1 Strahldichte 2.2.2 - Strahlungsaustausch zwischen zwei Körpern - Strahlungsaustausch zwischen zwei unendlich ausgedehnten grauen Platten - Strahlungsaustausch zwischen zwei sich umschließenden grauen Körpern 2.3 Gasstrahlung 3. Wärmeleitung 3.1 Differentialgleichung des Temperaturfeldes 3.2 Stationäre, eindimensionale Wärmeleitung ohne Quellen 3.2.1 Ebene Wände mit vorgegebenen Oberflächentemperaturen 3.2.2 Rohrwand mit vorgegebenen Oberflächentemperaturen 3.2.3 Ebene Wände mit konvektivem Übergang 3.2.4 Rohrwand mit konvektiven Wärmeübergang 3.2.5 Wärmeleitung in Rippen Stabrippen und ebene Rippen Kreisrippen 3.3 Stationäre, eindimensionale Wärmeleitung mit Wärmequellen 3.4 Instationäre Wärmeleitung ohne Wärmequellen 3.4.1 Körper mit sehr großer Wärmeleitfähigkeit 3.4.2 - Eindimensionale instationäre Wärmeleitungsprobleme - Halbunendliche Platte mit aufgeprägter Wandtemperatur - Halbunendliche Platte mit nichtvernachlässigbarem Wärmeübergangswiderstand - Halbunendliche Platte mit zeitlich veränderlichen Oberflächentemperaturen 3.4.3 Dimensionslose Kennzahlen und Diagramme zur Beschreibung von Wärmeleitungsvorgängen 4. Konvektion

4.1 Erhaltungsgleichungen für laminare, stationäre, zweidimensionale Strömungen
4.1.1 Kontinuitätsgleichung
4.1.2 Impulsgleichungen (Bewegungsgleichungen)
4.1.3 Energiegleichung

4.2 Erzwungene Konvektion Grenzschichtgleichungen für laminare, stationäre Strömungen
4.2.1 Exakte Lösungen der Grenzschichtgleichungen Analogie zwischen Impuls- und Wärmeaustausch

4.3 Natürliche Konvektion Grenzschichtgleichungen für laminare, stationäre Strömungen

4.4 Wärmeübertragung in turbulenten Strömungen

4.5 Anwendung der Ähnlichkeitstheorie zur Darstellung von Wärmeübertragungsgesetzen

5. Wärmeübergangsgesetze

5.1 Vorbemerkungen

5.2 Zusammenstellung von Wärmeübergangsgesetzen
5.2.1 Wärmeübergangsgesetze für erzwungene Konvektion Umströmte Körper
5.2.2 Erzwungene Konvektion Durchströmte Körper
5.2.3 Natürliche Konvektion Umströmte Körper
5.2.4 Natürliche Konvektion Geschlossene Räume

6. Stoffübertragung

6.1 Stofftransport durch Diffusion

6.2 Stofftransport in einem strömenden Medium

6.3 Diffusiver Stoffübergang an einer Oberfläche

6.4 Analogie zwischen der Wärme- und der Stoffübertragung

6.5 Verdunstung an einer flüssigen Oberfläche

7. Literatur

8.Anhang

Anhang A
Stoffwerte

Anhang B
FunktionenMathematische Formelsammlung

Lernziele/Lernergebnisse

Fachbezogen:

• Nach erfolgreich abgelegter Prüfung sind Studenten in der Lage, die Wärme- und Stoffübertragungsmechanismen Strahlung, Wärmeleitung, Diffusion und Konvektion im Rahmen ingenieurwissenschaftlicher Problemstellungen zu identifizieren.

• Sie sind fähig, die Einflussgrößen dieser Transportmechanismen in Form von dimensionslosen Kennzahlen zu formulieren.

• Sie sind mit der Analogie zwischen Wärme- und Stoffübertragung vertraut. Sie sind ferner in der Lage, die Zulässigkeit verschiedener vereinfachender Annahmen zu beurteilen, die in Bezug auf die Beschreibung technischer Systeme relevant sind.

• Die Studenten beherrschen die mathematische Beschreibung und analytische Lösung der Problemstellungen und die Interpretation der Ergebnisse im Hinblick auf eine gegebene Anwendung.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)

Empfohlene Voraussetzungen:
- Thermodynamik I
- Wärme- und Stoffübertragung I
- Kraftwerksprozesse

(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Strömungsmechanik I • Thermodynamik • Höhere Mathematik I-III Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Wärmeübertrager und Dampferzeuger
Literatur	• Vorlesungsumdruck Wärme- und Stoffübertragung, erhältlich am WSA, ca. 190 Seiten.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur In vier Veranstaltungen wird je ein Bonuspunkt vergeben, wobei maximal drei Bonuspunkte für jeden Studierenden für die Klausur angerechnet werden können. Diese Bonuspunkte können nicht zum Bestehen der Klausur herangezogen werden, sondern dienen der potenziellen Notenverbesserung. Drei Bonuspunkte entsprechen einem Notensprung von 0,3.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Reinhold Kneer
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	150,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Wärme- und Stoffübertragung I (401092801)	1. Semester	2. Semester	7	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Wärme - und Stoffübetragung I	1. Semester	2. Semester	-	2
Selbstrechenübung Wärme- und Stoffübertragung I	1. Semester	2. Semester	-	0
Vorlesung Wärme - und Stoffübetragung I	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Angewandte molekulare Katalyse (Wahlpflichtfach)
Kennung	1515609
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Gemeinsamkeiten und Unterschiede metallorganischer und enzymatischer Katalyse; Methoden der Katalysatorentwicklung (rational design, high throughput techniques, directed evolution); Implementierung molekularer Katalyse in unterschiedlichen Bereichen von Grundchemikalien zu Pharmazeutika; Industrielle asymmetrische Katalyse mit chemischen und biochemischen Methoden; Immobilisierung molekularer Katalysatoren; Ausgewählte Beispiele: z.B. Hydroformylierung, Carbonylierung, (asym.) Hydrierung, (asym.) Oxidation, Dimerisierung und Oligomerisierung von Olefinen, Olefinmetathese, C-C Verknüpfung, (dynamische) kinetische Racematspaltung, Methionin Synthese; aktuelle Trends, z.B. C-H Aktivierung, Kaskaden-Reaktionen, bio-metallorganische Hybridkatalysatoren.
Lernziele/Lernergebnisse	Molekulares und reaktionstechnisches Verständnis der wichtigsten technischen Anwendungen der molekularen Katalyse; Kenntnis über Potenzial und Limitierung moderner katalytischer Methoden im industriellen Einsatz; Fähigkeit zur Beurteilung unterschiedlicher Ansätze und Verfahrensalternativen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• R. H. Crabtree, The Organometallic Chemistry of the Transition Metals, Wiley, New York, 1993 • B. Cornils, W. A. Herrmann (Eds.:), Applied Homogeneous Catalysis with Organometallic Compounds, Wiley-VCH, Weinheim, 2nd ed., 2002 • P.W.N.M. van Leeuwen, Homogeneous Catalysis – Understanding the Art, Kluwer, Dordrecht, 2004 • H. U. Blaser, E. Schmidt, (Eds.) Asymmetric Cataylsis on Industrial Scale, Wiley-VCH, 2004 • A. Liese, K. Seelbach, C. Wandrey, Industrial Biotransformations, Wiley-VCH, Weinheim, 2000.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	keine
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher ChemieModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Walter Leitner
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündl. Prüfung Angewandte molekulare Katalyse (151560901)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Angewandte molekulare Katalyse	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Angewandte molekulare Katalyse	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Angewandte Quantenchemie für Ingenieure (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012503
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Introduction • Applications • Mathematical basics, experimental evidene of QM effects 2 • Properties of the Schrödinger equation and of wave functions • Discussion of the analytical solutions for a particle in a box and the harmonic oscillator 3 • Discussion of the analytical solutions for the rigid rotator and the hydrogen atom 4 • Approximations for the helium atom and multi-electron atoms • Bron-Oppenheimer approximation 5 • LCAO approximation • Hybrid orbitals • Hückel Theory 6 • Roothaan expansion (basis sets I) and Hartree-Fock method • Geometry optimization I • Gaussian software package 7 • Fermi and Coulomb correlation: configuration interaction, Möller-Plesset perturbation theory, Coupled Cluster Theory • Geometry optimization II 8 • Calculation of ideal gas functions 9 • Basis sets II 10 • Electron Correlation II: Static electron correlation • Calculations in the condensed phase I: Car-Parinello MD, Continuum solvation models 11 • Calculations in the condensed phase II: intermolecular interaction & predictive Equation of state 12 • Density functional theroy: basics & most relevant functionals 13 • ab initio reaction kinetics: calculation of potential energy surfaces, transition state theory, tunneling
Lernziele/Lernergebnisse	With respect to the subject: • Understanding of the theoretical basics of quantum mechanics. • Knowledge of the strengths and weaknesses of the most important approximation methods. • In the tutorials the students will aquire the skills necessary to use quantum mechanical software packages to compute properties required in practical engineering applications Not with respect to the subject (e.g. Team work, Presentation, Project Management, etc.): • none
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Handouts are available • Books available in the library will be suggested for further reading
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Kai Leonhard
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Angewandte Quantenchemie für Ingenieure (401250301)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Angewandte Quantenchemie für Ingenieure	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Angewandte Quantenchemie für Ingenieure	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Combustion Chemistry (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012507
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Introduction • Areas of research where fundamentals of chemistry are important (and why) 2 • Fundamentals of Reaction Kinetics • kinetic gas theory, chemical bonds, radicals and their stability • Information on mechanisms from macroscopic rates 3 • Physicochemical fundamentals of combustion • Reaction pathways in combustion, high T hydrocarbon oxidation, examples • Accurate experiments: Current state of the H2/O2 reaction kinetics (of H+O2+M up to 1000 bar) 4 • Experiments in Autoignition kinetics 1 • Introduction to peroxy chemistry and ist influence on engine types • Fundamentals of elementary kinetics in auto-ignition (Developing detailed models from fundamentals and limited experimental data) • Experimental methods to probe elementary reactions at each regime (single reaction, submechanisms, global models) 5 • Experiments in Autoignition kinetics 2 • Determining the rate coefficients of an „nth“ important reaction in a global model • Brief introduction to experimental methods and principles of spectroscopic techniques employed • Shock tube - Laser spectroscopy (e.g. reactions of Alkyl + O2 # products (OH, HO2 etc; RSFR+ O2) • Flow reactor- Laser spectroscopy/Mass-spectrometry 6 • The PES (Potential energy surface) • „Types“ of PES, visualisation, QM calculation • Activation energy and entropy 7 • Partition function and its quantitative influence • Molecular vibrations, rotation &; translation • Effect on chemical equilibrium and on the transition state 8 • Experiments in Autoignition kinetics 3 • Mapping the PES and determing rate constants at a “sub-mechanism level“ using experiments • Flow reactor - optical meausrements/ laser spectroscopy; Time resolved Mass – Spectrometry (ALS-MBMS); TOF-MS • Global and comprehensive models -- experimental • Shock tube - ignition delays, TOF-MS, Emission measurements, GC-MS analysis etc. • Flames, jet stirred reactors, laminar flow reactors, engine experiments 9 • Dynamics on the PES • Classical mechanical determination of paths and rates, • Tunneling, (variational)-TST, microcanonical treatment 10 • Pressure dependent reactions • Master Equation • RRKM 12 • Experimental methods for elementary kinetics of soot formation 2 • Particle level (LII and RAYLIX measurements) • Experimental methods in NOx formation chemistry: N-ARAS &; CH+N2 reaction (experiments and theory– current state) 13 • Current applications and research needs/trends in Combustion chemistry • TMFB approach and strategy used in combustion chemistry modeling and experiments • Automatic model generation (Reaction Mechanism Generator, EXGAS) • Fundamentals of such methods (Benson rules, group and bond additivity) • Model refinement using both experiments and theory (as per current status) • Future research needs and a general outlook (Grand Challenges of combustion in the 21st century)
Lernziele/Lernergebnisse	With respect to the subject: • Understanding of theoretical and experimental methods to investigate chemical aspectsof radical chain reactions which are the basis for combustion • Understanding of the relevance of these processes for technical processes & areas of research where fundamentals of chemistry are important (and why) & applications. • This knwoledge will enable students to determine the chemical combustion properties of novel fuel components that are needed to model a combustion process Not with respect to the subject (e.g. Team work, Presentation, Project Management, etc.): • none
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Script available will be prepared
Sprache	Englisch

Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Kai Leonhard
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Combustion Chemistry (401250701)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Combustion Chemistry	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Combustion Chemistry	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Chemie für Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	1513531
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung: Ammoniaksynthese 2 • Nomenklatur in der Chemie 3 • Chemische Grundlagen 4 • Prinzip der Katalyse 5 • Petrochemische Prozesse: • Crackreaktionen 6 • Petrochemische Prozesse: • Reformierungen 7 • Petrochemische Prozesse: • Dampfreformierung 8 • Petrochemische Prozesse: • Methanol aus Synthesegas 9 • Aromaten 10 • Olefine 11 • Hydroformylierung 12 • Mineralsäuren 13 • Chlor-Alkali-Elektrolyse 14 • Hochofenprozess 15 • Polymerchemie

Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden besitzen ein grundlegendes Verständnis für die Che-mische Prozesskunde. • Sie kennen die molekular-chemischen Transformationen wichtiger Bei-spielprozesse entlang der Wertschöpfungskette von (meist petrochemi-schen) Ausgangsstoffen zu Zwischen- und Endprodukten. • Sie können die in den (im Semester zuvor gehörten) Veranstaltungen "Grundoperationen der Verfahrenstechnik" und "Reaktionstechnik" erar-beiteten Prinzipien des Reaktordesigns und der Reaktionsführung auf stoffliche Beispiele übertragen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Vorlesungsskript • Onken/Behr: Chemische Prozesskunde
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	-
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher ChemieModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantwortlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang F. HölderichUniversitätsprofessor Dr. rer. nat. Marcel Liauw
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Chemie für Verfahrenstechnik (151353101)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Chemie für Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Einführung in optische Systeme für die Produktion (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010847
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 Elektromagnetische Wellen • Analogie mechanische/optische Wellen, • Maxwellgleichungen, Wellengleichung, ebene Wellen, Kugelwellen, • Huygenssches Prinzip, • Reflexion/Transmission, Polarisation 2 Strahlenoptik (paraxiale Optik) • Abgrenzung: Beugungsoptik-Strahlenoptik, • Konstruktion von Abbildungsstrahlengängen, Matrixformalismus • Helmholtz-Lagrange-Invariante, f/# - Zahl und numerische Apertur • Kardinalpunkte und Hauptebenen 3 Aberrationen • Aperturen und Pupillen, • Optische Weglängendifferenz (OPD), • Seidelsche Aberrationstheorie, • Chromatische Aberration, Korrekturprinzipien 4 Ray-Tracing • Prinzip des Ray-Tracing, • Aberrationsdiagramme, • Abbildungsleistung optischer Systeme 5 Optisches Layout und Optimierung • Vorgehen beim Optik Design, Merrit Funktion • Grundformen optischer Systeme 6 Optische Werkstoffe • Grundlagen der linearen Dispersion, • Eigenschaften optischer Gläser, • Metallspiegeloptiken, • Kunststoffe als optische Materialien, • GRIN – Komponenten, • Doppelbrechung 7 Interferenz und Beugung • Zweistrahlinterferenz, Vielstrahlinterferenz, • optische Schichten, • Beugung, Fresnel-Beugung, Fernfeld und Nahfeld
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Berechnungsverfahren der paraxialen Optik und die Abbildungsfehler bei nicht-paraxialer Optik und können diese Verfahren einsetzen. • Sie kennen weiterhin das Ray-Tracing-Verfahren zum Entwurf und zur Optimierung technischer optischer Systeme.

	• Die Studierenden sind in der Lage, diese strahlenoptischen Verfahren abzugrenzen von wellenoptischen Verfahren, die beispielsweise bei der Auslegung beugungsbegrenzter Systeme und von Lasern zu Einsatz kommen. Nicht fachbezogen: • Die Studenten sind in der Lage vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: " Dieses Modul kann nicht belegt werden, wenn das Modul "Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen" parallel belegt wird oder im letztgenannten Modul bereits eine Prüfung abgelegt wurde oder ein Fehlversuch vorliegt. Empfohlene Voraussetzungen " Vorlesung 'Physik für MB'
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • Dieses Modul kann nicht belegt werden, wenn das Modul "Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen" parallel belegt wird oder im letztgenannten Modul bereits eine Prüfung abgelegt wurde oder ein Fehlversuch vorliegt. Empfohlene Voraussetzungen: • Vorlesung „Physik für MB“
Literatur	• Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Carlo Holly
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	30,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündliche Prüfung Einführung in optische Systeme für die Produktion (401084701)	1. Semester	2. Semester	2	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in optische Systeme für die Produktion	1. Semester	2. Semester	-	1
Übung Einführung in optische Systeme für die Produktion	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Angewandte numerische Optimierung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012508
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Definition: Mathematische Optimierung • Problemformulierung: Gütefunktion, Modell und Beschränkungen • Beispiele für Optimierungsprobleme • Klassifizierung von Optimierungsproblemen • Mathematische Grundlagen 1: Stetigkeit, Differenzierbarkeit 2 • Mathematische Grundlagen 2: Gradient, Hessematrix, Konvexität • Optimalitätsbedingungen für unbeschränkte Probleme • Lösungskonzepte für unbeschränkte Probleme: direkte, indirekte numerische Lösung, Prinzip des Line Search und der Trust Region 3 • Line Search Strategien: Armijo und Wolfe Bedingung • Methoden zur Bestimmung einer Abstiegsrichtung: Steilster Abstieg, Konjugierte Gradienten 4 • Methoden zur Bestimmung einer Abstiegsrichtung: Newton-Verfahren • Praktische Newton-Verfahren: Inexakte -, Modifizierte -, Quasi-Newton-Verfahren • Trust-Region-Verfahren: Beispiel Dogleg-Methode 5 • Regressionsprobleme: Methode der kleinsten Fehlerquadrate • Gauss-Newton-Lösungsmethode für Regressionsprobleme • Levenberg-Marquardt-Lösungsmethode für Regressionsprobleme 6 • Beispiel eines Optimierungsproblems: Ethanol-Gewinnung • Herleitung der KKT-Optimalitätsbedingungen 7 • Lineare Programmierung (LP): • Innere-Punkt-Methoden für LPs • Simplex-Verfahren für LPs 8 • Quadratische Programmierung (QP): • Lösung des KKT-Systems für QPs • Active-Set-Methode für QPs • Lösungsstrategien für Nicht-Konvexe-QPs 9 • Methode der Projizierten-Gradienten für QPs • Innere-Punkt-Methoden für QPs • Lösung allgemeiner nichtlinearer Programme (NLP): • Strafterm-Methoden für NLPs 10

	• Log-Barrier Methode für NLPs • Augmented-Lagrangian-Methode für NLPs • SQP-Verfahren: Line-Search SQP 11 • Beispiele für Optimierungsprobleme: • Schichtkristallisator • Destillationskolonne 12 • Einführung in die Gemischt-Ganzzahlige-Optimierung: • Branch and Bound • Outer-Approximation 13 • Einführung in die dynamische Optimierung: • Optimalitätsbedingungen • Simultane Lösungsverfahren: Volldiskretisierung • Kontinuierliche Problemformulierung: Adjungierten-Gleichungen / Hamilton-Form 14 • Dynamische Optimierung: Sequentielles Lösungsverfahren • Herleitung der Sensitivitätsgleichungen • Beispiele für dynamische Optimierungsprobleme • Kurzeinführung in die Zustandsschätzung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden verstehen das Aufstellen von mathematischen Optimierungsproblemen mit Gütefunktion, Modell und Beschränkungen als Basis zur Lösung von beliebigen Problemen. • Die Studierenden beherrschen die Herleitung der Optimalitätsbedingungen für unbeschränkte und beschränkte Probleme mit nichtlinearen Nebenbedingungen. • Die Studierenden haben die Notwendigkeit einer numerischen Lösung für allgemeine mathematische Optimierungsprobleme verstanden und können die numerischen Grundkonzepte in eigenen Algorithmen implementieren. • Jeder Student hat die Klassifizierung von Optimierungsproblemen verstanden und kann beliebige Probleme in die entsprechende Klasse einordnen. Ferner hat jeder Student das Wissen, welche numerische Methode er zur Lösung eines solchen Problems benötigt. • Jeder Student hat die Optimierungsmethode exemplarisch an Aufgabestellung aus dem Maschinenbau/ der Verfahrenstechnik angewandt. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Der Student erlernt die Fähigkeit zur Teamarbeit bei Programmieraufgaben durch Kleingruppenübungen mit dem Programm Matlab (Teamarbeit). • Die Studierenden werden durch die Hausarbeiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren und eine konkrete Lösung zu erarbeiten (Methodenkompetenz).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• T. F. Edgar, D. M. Himmelblau, L. S. Lasdon: Optimization of Chemical Processes. McGraw Hill, New York, 2. Auflage, 2001. • J. Nocedal, S. J. Wright: Numerical Optimization. Springer-Verlag, New York, 1999.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung 3 Programmierübungen Für die Hausaufgaben können Studierende bis zu 10% Bonuspunkte bekommen. Die Hausaufgaben werden von den Studierenden vorbereitet und dann in einem kurzen Kolloquium mit dem Übungsleiter diskutiert.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Alexander Mitsos Ph. D.
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Angewandte numerische Optimierung (401250801)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Angewandte numerische Optimierung	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Angewandte numerische Optimierung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Reaktorsicherheit (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014351
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Aufgabenfelder der Reaktorsicherheit 2 • Radioaktivität • Radioaktive Inventare 3 • Sicherheitskonzept, Begriffe 4 • Nachwärmeproduktion, Nachwärmeabfuhr 5 • Kernschmelzunfälle und Folgen 6 • Reaktivitätsfragen, Temperaturkoeffizienten • Reaktordynamische Gleichung 7 • Reaktivitätsstörfälle 8 • Kühlmittelverluststörfälle 9 • Spezielle Störfälle (Rohrbruch im Dampferzeuger) • Sicherheit des Reaktordruckbehälters • Schäden an der Turbinenanlage • Ausfall der Stromversorgung 10 • Äußere Einwirkungen auf kerntechnische Anlagen 11 • Ausbreitung radioaktiver Stoffe 12 • Risikokonzept, Risikoanalysen • Ereignisabläufe, Fehlerbäume • Zuverlässigkeitsanalysen • Ergebnisse von Risikoanalysen 13 • Störereignisse TMI, Tschernobyl • Anforderungen an zukünftige Reaktoren • Prinzipien der inhärenten Sicherheit • Neue Leichtwasserreaktoren mit erhöhter Sicherheit

	14 • Sicherheitskonzept von Kernreaktoren ohne Kernschmelzen (HTR) • Sicherheitsfragen im Brennstoffkreislauf
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die Sicherheitstechnik von Kernkraftwerken • Die Studierenden können die verschiedenen Reaktortypen unter Sicherheitsgesichtspunkten bewerten • Die Studierenden sind in der Lage verschiedene Störfallszenarien zu bewerten und zu klassifizieren • Die Studierenden können wichtige Aspekte bei Störfallszenarien berechnen • Die Studierenden sind fähig Reaktor- und Sicherheitskonzepte kritisch aus verschiedenen Blickwinkeln zu Bewerten (Wärmetechnik, Strahlenschutz, Reaktortechnik, Risikoanalyse, gesellschaftliche Gesichtspunkte) Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Problemstellungen analysieren und bewerten • Die Übung erfolgt in Kleingruppen so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung Bonuspunkterelegung: Zugeordnete Bonusveranstaltung: Accident Management Seminar (SS) Im Rahmen des Accident Management Seminars wird eine Hausaufgabe vergeben, durch die ein Bonus von maximal 10% auf die Prüfung erlangt werden kann. • Erlangte Bonuspunkte verfallen in dem Semester, in dem das Accident Management Seminar erneut angeboten wird. • Es ist auch ohne Bonuspunkt möglich, die Prüfung mit der bestmöglichen Note zu absolvieren. • Erlangte Bonuspunkte haben keinen Einfluss auf das Prüfungsergebnis, wenn dieses ohne die Bonuspunkte "nicht bestanden" (5.0) lautet.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Hans Josef Allelein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Reaktorsicherheit (401435101)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Bonusveranstaltung Reaktorsicherheit	1. Semester	2. Semester	-	0
Vorlesung Reaktorsicherheit	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Reaktorsicherheit	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Strahlenschutz (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012541
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Übersicht über den Strahlenschutz 2 • Strahlungsquellen • Radioaktivität, Zerfallsgesetz, Aktivität • Zerfallsarten, Röntgenstrahlung 3 • Wechselwirkung ionisierender Strahlung mit Materie • Strahlungsfeld • lineares Energieübertragungs-, Ionisierungsvermögen • Berechnung der Energieabsorption • Teilchenfluss, Reaktionsrate 4 • Dosisgrößen und –einheiten (Energiedosis, Kerma, Ionendosis, Äquivalentdosis) 5 • Biologische Wirkung ionisierender Strahlung • Dosis-Wirkungsbeziehung • stochastische und nicht stochastische Strahlenschäden 6 • Strahlungsmesstechnik • Nachweismethoden • Dosismessung, Ortsdosisleistung, Personendosis 7 • Berechnung der Strahlenexposition (äußere, innere, Inhalation, Ingestion) • Ableitung mit Lift und Wasser 8 • Abschirmung 9 • Schutzmaßnahmen • Dekontamination • Abfallbeseitigung • Emission mit Luft, Wasser 10 • Strahlenschutzregelungen (Atomgesetz, Strahlenschutzverordung, Röntgenverordnung) • Transportvorschriften 11 • Natürliche und zivilisatorische Strahlenexposition 12

	• Strahlenschutzprobleme nach Kernwaffeneinsatz 13 • Nichtionisierende Strahlung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die Schwierigkeiten beim Umgang mit radioaktiven Stoffen • Die Studierenden können die verschiedenen Strahlungsarten und ihre Wirkung bewerten • Die Studierenden können die verschiedenen Strahlenexposition von verschiedenen Strahlungsarten berechnen • Die Studierenden sind fähig die Wechselwirkung von Strahlung zu beschreiben und zu berechnen (biologische Aspekte, materialtechnische Aspekte, Risiko Aspekte, gesellschaftliche Gesichtspunkte) Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Problemstellungen analysieren und bewerten • Die Übung erfolgt in Kleingruppen so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Hans Josef Allelein Dr.-Ing. Inga Maren Tragsdorf
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strahlenschutz (401254101)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strahlenschutz	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Strahlenschutz	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Angewandte Chemische Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014357
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	8 Termine mit jeweils 3 Stunden. Termin 1 (Labor): Einführung in die Thematik (Reaktion, Wiederholung der mathematischen Beschreibungsgleichungen), Sicherheitseinweisung, erste Versuche mit Rohrreaktor Termin 2 (Labor): Messen verschiedener stationärer Zustände, selbstständiges Erarbeiten von Messreihen zur Bestimmung der Kinetikparameter für die folgenden Termine und die anschließende Simulation. Termin 3 (MATLAB): Interaktive Einführung in die Umgebung von MATLAB. Termin 4 (MATLAB): Implementierung eines Skriptes zur Reaktionsparameteranpassung auf Grundlage der Messwerte und der vorliegenden Reaktion. Termin 5 (COMSOL): Interaktive Einführung in die Simulationsumgebung von COMSOL Multiphysics. Erste Schritte in Richtung der Implementierung des Rohrreaktors. Termin 6 & 7 (COMSOL): Implementierung des Rohrreaktors und simulative Beschreibung der individuellen Problemstellung. Anschließend wird eine Parameterstudie auf Basis der Simulation durchgeführt. Termin 8 (Vortrag): Halten der Vorträge zur individuellen Problemstellung und Abgabe der schriftlichen Ausarbeitung.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Bei erfolgreicher Teilnahme an der Modulveranstaltung bekommen die Studierenden einen praktischen Einblick in die Methodik der chemischen Reaktorauslegung. Auf Basis der in der Veranstaltung "Chemische Verfahrenstechnik" (M.Sc.) erarbeiteten theoretischen Grundlagen der chemischen Reaktorauslegung erarbeiten die Studierenden: • Experimentelle Fähigkeiten durch die Bestimmung von Reaktionskinetikparametern mit Hilfe von selbst erarbeiteten Messdaten • Methodiken zur weiteren Verarbeitung der erlangten Messdaten mit einem selbstgeschriebenen Skript in MATLAB • Erste Einblicke in die Simulationsumgebung von COMSOL Multiphysics. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf der Implementierung von CFD Simulationen mit Umwandlung von chemischen Stoffen Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden können durch die Teilnahme an der Modulveranstaltung Reaktionen und Reaktionskinetiken in einem Rohrreaktor quantifizieren und simulativ reproduzieren, die wesentlichen Stofftransportvorgänge modellieren und dadurch ihren Einfluss auf die ablaufenden chemischen Reaktionen vorhersagen. Hierbei bauen die Studierenden ein Grundlagenwissen der Software MATLAB und COMSOL auf. Sie sind in der Lage, das Verhalten realer Reaktoren aus der ingenieurwissenschaftlichen Praxis mithilfe von geeigneten Modellierungsansätzen zu beschreiben und praxisnah umzusetzen. Sonstiges (fakultativ): keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Chemische Verfahrenstechnik (M.Sc.)
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • keine Empfohlene Voraussetzungen:

	• Chemische Verfahrenstechnik (M.Sc.)
Literatur	Veranstaltungsliteratur: Baerns, Hoffmann, Renken: Chemische Reaktionstechnik, Lehrbuch der technischen Chemie 1, Wiley-VCH; 3. Auflage (1999) Empfohlene weiterführende Literatur: John F. Wendt: Computational Fluid Dynamics, Springer; 3. Auflage (2010)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Das Modul wird über einen Vortrag und eine schriftliche Ausarbeitung der individuellen Aufgabenstellung benotet. Hierbei ergibt sich die Endnote zu 50 % aus dem Vortrag und zu 50 % aus der schriftlichen Ausarbeitung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Angewandte Chemische Verfahrenstechnik (401435701)	1. Semester	2. Semester	5	0
Praktikum Angewandte Chemische Verfahrenstechnik (401435702)	1. Semester	2. Semester	0	-

Modultitel	Mechanische Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014440
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Ähnlichkeitstheorie: 2. Grundlagen der Dimensionsanalyse Ähnlichkeitstheorie: Modellübertragung, Grundlagen und Beispiele 3. Partikeltechnologie, Feststoffzerkleinerung: Methoden, Modellierung von Zerkleinerungsmaschinen 4. Partikeltechnologie, Zerstäuben: Prinzip, Oberflächenspannung, Zerstäubungsvorrichtungen Energiebedarf der Zerstäubung, ähnlichkeitstheoretische Darstellung 5. Partikeltechnologie, Kornverteilungen: Korngrößenmessverfahren Spezielle Größenverteilungen, RRS-Verteilung 6. Partikeltechnologie, Partikelhaufwerke: Spezifische Oberfläche Oberflächenbestimmung, Messverfahren 7. Mechanische Stofftrennverfahren, Siebung: Kennzeichnung eines Siebprozesses Siebmethoden und -maschinen 8. Mechanische Stofftrennverfahren, Sedimentation: Auslegung von Sedimentationsapparaten 9. Mechanische Stofftrennverfahren, Zentrifugation: Auslegung von Zentrifugen 10. Mechanische Stofftrennverfahren: Gaszyklon: Prinzip, Dimensionierung Hydrozyklon: Prinzip, Dimensionierung 11. Mechanische Stofftrennverfahren, Filtration: Kapillarmodell zur Beschreibung der Filtration Filtrationsapparate, Filtermedien 12. Mechanische Stofftrennverfahren, Filtration: Theoretische Beschreibung der Filtration (Konstanter Durchsatz, konstante Druckdifferenz)Optimaler Betrieb diskontinuierlich arbeitender Filter 13. Mischen und Rühren: Rührertypen, Ermittlung der Antriebsleistung Aufwirbeln von Suspensionen 14. Mischen und Rühren: Wärmetransport an gerührte Substanzen omogenisieren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden vertiefen ihr Wissen über die Grundoperationen der mechanischen Verfahrenstechnik. • Sie sind in der Lage, die in der Vorlesung vorgestellten sowie prinzipgleiche Verfahren aus den Bereichen der Zerkleinerung und der mechanischen Stofftrennung selbstständig modelltheoretisch zu beschreiben. • Sie können außerdem das Grundprinzip der Prozesse erfassen und Apparate der mechanischen Verfahrenstechnik für bestimmte Anforderungen auslegen. Weiterhin können sie mit Hilfe der Dimensionsanalyse und der Ähnlichkeitstheorie prozess- oder apparatespezifische Kennzahlen ermitteln und eine Größenübertragung beliebiger Prozesse der Verfahrenstechnik eigenständig durchführen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsumdruck "Mechanische Verfahrenstechnik" (erhältlich am IVT), 175 Seiten mit zahlreichen Abbildungen

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Ronald Gebhardt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Mechanische Verfahrenstechnik (401444001)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mechanische Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Mechanische Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Modellierung technischer Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011584
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung und Abgrenzung der Begriffe „Prozess“ und „Modell“ • „Prozessgrößen“ und „Modellgleichungen“ als grundlegende Konzepte der Modellentwicklung • Vorstellung der Modellgleichungsstruktur bestehend aus Bilanzgleichungen, konstitutiven Gleichungen und weiteren Gleichungen zur Beschreibung des Verhaltens verfahrenstechnischer Prozesse 2 • Allgemeine differentielle Bilanzgleichung für Phasen • Verknüpfung von Phänomenen des Prozesses mit den Termen der differentiellen Bilanzgleichung, d.h. Speicherterm, konvektiver und diffusiver Transportterm und Quellterm • Herleitung der differentiellen Gesamtmassenbilanz und Massenbilanz eines Stoffes im Gemisch aus der allgemeinen differentiellen Bilanzgleichung 3 • Herleitung der differentiellen Impulsbilanz, Bilanzen für verschiedene Energieformen und der Entropiebilanz 4 • Allgemeine differentielle Bilanzgleichung für Oberflächen • Dimensionsreduktion differentieller Bilanzen bei nur zwei oder einer berücksichtigten Ortsdimension 5 • Allgemeine integrale Bilanzgleichung für Phasen • Verknüpfung von Phänomenen des Prozesses mit den Termen der integralen Bilanzgleichung, d.h. Speicherterm, Transportterm, Quellterm und Austauschterm • Herleitung der integralen Massenbilanz und Massenbilanz eines Stoffes im Gemisch, Impulsbilanz, Energiebilanz und Entropiebilanz aus der allgemeinen integralen Bilanzgleichung 6 • Herleitung der integralen Bilanzen für den Spezialfall ideal durchmischter Systeme • Modellvervollständigung mit konstitutiven Gleichungen für Transportterme und Quellterme in den Bilanzgleichungen für Phasen 7 • Modellvervollständigung mit konstitutiven Gleichungen für Transportterme und Quellterme in Bilanzgleichungen für Oberflächen • Modellvervollständigung mit weiteren konstitutiven Gleichungen und Zwangsbedingungen 8 • Einführung in die Systemtheorie • Systemkonzept, Systemdarstellung und Systementwicklung als Werkzeuge zur methodischen Behandlung beliebiger Systeme 9 • Anwendung der Methoden der Systemtheorie auf Modelle als spezielle Systeme • Einführung von Modellbausteinen zur Modellstrukturierung im Sinne der Systementwicklung • „Komponenten“ und „Verknüpfungen“ als spezielle Modellbausteine zur Modelldarstellung im Sinne der Systemdarstellung

	10 • Elementare Modellbausteine • Charakterisierung von elementaren Modellbausteinen mittels Merkmalslisten im Sinne des Systemkonzepts 11 • Nicht-elementare Modellbausteine und deren Merkmalslisten 12 • Klassifizierung der Struktur von Gleichungssystemen typischer verfahrenstechnischer Modelle • Kriterien und Analysemethoden zur Lösbarkeit von stationären Modellen 13 • Kriterien und Analysemethoden zur Lösbarkeit von dynamischen Modellen 14 • Anwendung des vollständigen Modellierungsprozesses an Hand eines konkreten Beispiels
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Grundlagen einer systematischen Modellentwicklung für verfahrenstechnische Prozesse. Sie kennen Analysemethoden zur Bewertung von mathematischen Modellen und können die Merkmale allgemeiner Modellbausteine benennen. • Die Studierenden verstehen die Bedeutung der einzelnen mathematischen Terme der Modellgleichungen, können diese interpretieren und daraus Schlüsse und Folgerungen über das Verhalten des modellierten Prozesses ziehen. • Die Studierenden können die Methoden der Modellentwicklung und Analyse auf neue unbekannte Prozesse anwenden. • Aufgrund der weit gefächerten interdisziplinären Herkunft verfahrenstechnischer Prozesse bringen die Studierenden Kenntnisse anderer Fachrichtungen ein, beispielsweise der chemischen, mechanischen, biologischen und thermischen Verfahrenstechnik sowie der Anlagentechnik und Prozessleittechnik. • Die Studierenden können die Phänomene eines verfahrenstechnischen Prozesses isolieren, ihre prozesstechnische Relevanz bestimmen und darauf aufbauend Modelle mit unterschiedlichem Detaillierungsgrad entwickeln. • Die Studierenden können die Güte von Prozessmodellen anhand geeigneter Analysemethoden beurteilen, alternative Modelle kritisch vergleichen und ggf. verbessern Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundoperationen der Verfahrenstechnik " Reaktionstechnik " Thermodynamik der Gemische
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): Grundoperationen der Verfahrenstechnik Reaktionstechnik Thermodynamik der Gemische
Literatur	• Vorlesungsskript • Aufgabensammlung zur Klausurvorbereitung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Alexander Mitsos Ph. D.
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Modellierung technischer Systeme (401158401)	2. Semester	1. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminaristische Übung Modellierung technischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	0
Vorlesung/Übung Modellierung technischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Thermische Trennverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011515
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung und Überblick zu den thermischen Trennverfahren Diskontinuierliche Destillation 2 • Kontinuierliche einstufige Destillation Idee des Gegenstroms, Kaskadenschaltung 3 • Allgemeine Darstellung Thermischer Trennverfahren Modellierung einer Verstärkungskolonne basierend auf der allgemeinen Darstellung thermischer Trennverfahren Auslegung der Verstärkungskolonne nach dem McCabe-Thiele-Verfahren 4 • Wahl des optimalen Rücklaufverhältnisses Auslegung von Destillationskolonnen nach dem McCabe-Thiele-Verfahren 5 • Konstruktion des Abtriebteils Konstruktion des Zulaufs Short-Cut-Verfahren nach Fenske, Underwood und Gilliland 6 • Bauformen von Bodenkolonnen Bauformen von Füllkörper -und Packungskolonnen 7 • Wirksamkeit von Einbauten Belastungsgrenzen 8 • Einführung und Überblick zur Extraktion Einstufige und Kreuzstrom-Extraktion im Dreiecks und im Beladungsdiagramm Analytische Beschreibung der einstufigen und der Kreuzstrom-Extraktion 9 • Gegenstromextraktion im Dreiecksdiagramm, Polstrahlverfahren 10 • Minimale Lösungsmittelmenge bei der Gegenstromextraktion Anforderungen an Extraktionsmitte Bauformen von Extraktionskolonnen 11 • Einführung und Überblick zur Absorption Anforderungen an das Lösungsmittel HTU-NTU-Verfahren 12 • Ponchon-Savarit-Verfahren, Verallgemeinerung des McCabe-Thiele Verfahrens Darstellung der Destillation im Energie-Zusammensetzungsdiagramm 13 • Mehrstoffdestillation

	• Kristallisation 14 • Detaillierter Überblick zu den Verfahren Adsorption, Chromatografie und Trennung von Flüssig-Flüssig-Dispersionen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden können die verschiedenen zur Verfügung stehenden thermischen Trennverfahren einordnen und vergleichen. • Die Studierenden können für eine Trennaufgabe das am besten geeignete thermische Trennverfahren auswählen. • Die Studierenden sind fähig Trennapparate detailliert zu modellieren. • Die Studierenden sind fähig den apparativen Aufwand von Trennkolonnen mit Short-Cut-Verfahren abzuschätzen. • Die Studierenden kennen praktische Ausführungen von Kolonnen. • Die Studierenden kennen den Einfluss von Betriebsparametern auf das Trennverhalten der Kolonnen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Lösung von Übungsaufgaben in Teamarbeit • PC-basierte Gruppenübung • Laborübung
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Thermodynamik der Gemische Voraussetzung für (z.B. andere Module): " Prozessintensivierung und Thermische Hybridverfahren
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): Thermodynamik der Gemische
Literatur	Skript zur Vorlesung beim Übungsbetreuer erhältlich Thermische Trennverfahren. Grundlagen, Auslegung, Apparate, K. Sattler und T. Adrian, ISBN: 3527302433
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Andreas Jupke
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Thermische Trennverfahren (401151501)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Thermische Trennverfahren	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Thermische Trennverfahren	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Gasdynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011055
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Thermodynamische Grundlagen: • Zustandsgleichung idealer Gase, • erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik 2 • Isentrope Unter- und Überschallströmung: • Energiesatz, • Zustandsänderungen bei isentroper Strömung, • kritische Schallgeschwindigkeit 3 • Düsenströmungen: • Quasi-eindimensionale Erhaltungsgleichungen, • Geschwindigkeits-Flächenbeziehung 4 • Düsenströmungen und senkrechter Verdichtungsstoß: • Strömungsformen in Abhängigkeit des Gegendruckes, • Sprungbedingungen • Zustandsänderungen über einen senkrechten Verdichtungsstoß 5 • Senkrechter Verdichtungsstoß: • Prandtl-Gleichung, • Entropieproduktion über einen Stoß, • Ruhedruckverlust 6 • Näherungen für schwache Stöße: • Abhängigkeit Druckerhöhung Entropieproduktion, • Möglichkeit eines Expansionsstoßes 7 • Schräge Verdichtungsstöße: • Erhaltungsgleichungen, • Sprungbedingungen, • Zustandsänderungen über einen schrägen Stoß, • Stoßpolarendiagramm 8 • Schwache schräge Verdichtungsstöße: • Prandtl-Meyer Strömungen: • Herleitung der Prandtl-Meyer Beziehung, • Anwendung auf Kompressions- und Expansionsströmungen 9 • Umströmung schwach angestellter, schlanker Profile: • Aufstellung der Näherungsformeln,

	• Ermittlung der Auftriebs- und Widerstandsbeiwerte 10 • Charakteristikentheorie: • Crocco'scher Wirbelsatz und gasdynamische Grundgleichung, • Kompatibilitätsbedingungen 11 • Anwendung der Charakteristikentheorie: • auf Düsenströmungen, • Wechselwirkungen mit Freistrahlen, • nichteinfache Strömungsgebiete 12 • Potentialtheorie: • Linearisierung der Potentialgleichung, • Lösungsansatz nach d'Alembert, • Gültigkeitsbereich, • Störpotentialgleichung für schallnahe Strömungen 13 • Anwendung der Potentialtheorie: • zur Berechnung von Profilumströmungen und Innenströmungen, • Aufstellen entsprechender Randbedingungen 14 • Gasdynamische Ähnlichkeitsgesetze: • ebene Strömungen, • Transformationsbedingungen, • Ähnlichkeitsgesetze nach Prandtl-Glauert und Göthert 15 • Gasdynamische Ähnlichkeitsgesetze: • Erweiterung auf dreidimensionale Strömungen, • Transformation der Randbedingungen, • Rotationssymmetrische Strömungen als Sonderfall der dreidimensionalen Strömungen, • Ähnlichkeitsgesetze für schallnahe Strömungen
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studenten sind in der Lage, selbständig gasdynamische Fragestellungen zu erkennen und diese systematisch zu analysieren und zu lösen. • Sie können in der Theorie verschiedene Lösungsmethoden auswählen und der Aufgabenstellung entsprechend anwenden. • Die Studenten beherrschen die Grundlagen zur Berechnung stationärer Überschallströmungen mit und ohne eingelagerte Verdichtungsstöße und Expansionsgebiete. • Angewendet werden diese Kenntnisse zur Bestimmung der Düsenströmung, der Profilumströmung im Überschall und zur Herleitung gasdynamischer Ähnlichkeitsgesetze.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Gasdynamik
(empfohlene) Voraussetzungen	empfohlen: Strömungsmechanik
Literatur	Vorlesungsskript Gasdynamik, 147 Seiten, zahlreiche Abbildungen und Diagramme
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Karl Alexander Heufer

ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Gasdynamik (401105501)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Gasdynamik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Gasdynamik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Flugregelung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011707
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • EINFÜHRUNG • Zielsetzung • Historie • Quellen 2 • GRUNDLAGEN • Grundbegriffe • Beschreibungsformen • Der Regelkreis 3 • Auslegungsziele • Auslegungsverfahren 4 • ELEMENTE DER FLUGREGELKREISE • Regelstrecke • Bewegungsgleichungen • Dynamisches Verhalten 5 • Messgrößen, Stellgrößen, Störgrößen • Regelungsprinzipien 6 • AUFGABEN UND STRUKTUR DER FLUGREGELKREISE • Aufgaben • Auslegungsziele 7 • VERBESSERUNG DER FLUGEIGENSCHAFTEN • Eigenverhalten • Nickdämpfer • Phygoiddämpfung 8 • Eigenverhalten • Gierdämpfer • Rolldämpfer< 9 • Führungsverhalten • Lageregler • Kurvenkoordinierung • Kurvenkompensation 10 • Führungsverhalten • Vorgaberegler • Modellfolgeregler 11 • REGLER ZUR BAHNFÜHRUNG • Höhenregelung • Fahrtregelung • Kursregelung 12 • ERWEITERUNG DER EINSATZGRENZEN • Reduzierte Stabilität • Lastabminderung • Schwingungsdämpfung 13 • REALISIERUNGSGESICHTSPUNKTE • Strukturdynamik • Signalverarbeitung • Sicherheit 14 • REALISIERUNGSBEISPIELE • Do328 • A320 • ATTAS • VTOL-UAV
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die grundlegenden Auslegungsziele und Auslegungsverfahren für Flugregelungssysteme und sie verstehen die Aufgaben und die Struktur der Flugregelkreise. • Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse bei einfachen Aufgaben des Entwurfs von Systemen zur Modifikation der Flugeigenschaften, Reglern zur Bahnführung und zur Erweiterung der Einsatzgrenzen anzuwenden. • Die Studierenden können die Wirkungen unterschiedlicher Messgrößen und Stellgrößen in einem Gesamt-Flugführungssystem beurteilen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen:_ " Flugdynamik " Regelungstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Flugdynamik • Regelungstechnik
Literatur	• Skript "Flugregelung" • Brockhaus, "Flugregelung", Springer 2001, ISBN 3-540-41890-3
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung oder eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dieter Moormann

ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Flugregelung (401170701)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Flugregelung	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Flugregelung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Raumflugmechanik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011701
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • SONNENSYSTEM 2 • ALLGEMEINE DEFINITIONEN • Maßsysteme • Koordinatensysteme • Zeitdefinitionen 3 • ZWEI-KÖRPER-PROBLEM • Kepler • Newton 4 • BEWEGUNGSGLEICHUNGEN 5 • LÖSUNG DER RELATIVBEWEGUNG 6 • KEGELSCHNITTE • Grundaufgaben 7 • SCHWEREFELD DER ERDE 8 • BALLISTISCHE BAHNEN 9 • FLUCHT- UND EINFANGBAHNEN 10 • ÜBERGANGANGSBAHNEN • Hohmann-Transfer 11 • BI-Elliptische Übergangsbahnen • Räumliche Übergangsbahnen 12 • GESCHWINDIGKEITSTRANSFORMATIONEN • Swing-By 13 • LAMBERT´S THEOREM 14

	• Anwendung Lambert´sches Theorem
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die Grundbegriffe und Grundgleichungen zur Berechnung von Raumflugbahnen unter dem Einfluss von zwei gravitationsbehafteten Körpern • Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse bei einfachen Aufgaben der Auslegung von ballistischen Bahnen, Flucht- und Einfangbahnen und Übergangsbahnen anzuwenden • Die Studierenden können die Anwendbarkeit und die Grenzen der hergeleiteten Methoden beurteilen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Raumfahrzeugbau I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Raumfahrzeugbau I
Literatur	• Skript "Raumfflugmechanik I" • W. Steiner, M. Schagerl "Raumflugmechanik", Springer, ISBN 3-540-20761-9
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dieter Moormann
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Raumflugmechanik I (401170101)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Raumflugmechanik I	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Raumflugmechanik I	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Modellgestützte Schätzmethoden (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113434
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Die Studierenden können inverse Probleme erkennen. 2 • Die Studierenden können die grundlegenden Fehlermodelle benennen. • Die Studierenden sind mit den Grundlagen aus der angewandten Stochastik vertraut und kennen z. B. die Bedeutung einer Zufallsvariable. 3 • Die Studierenden kennen Schätzverfahren und deren Anwendungsgebiete. • Die Studierenden kennen die Maximum-Likelihood Methode und können diese anwenden. • Die Studierenden kennen die Methode der kleinsten Fehlerquadrate und können demonstrieren, in welchen Fällen diese ein so genannter 'best linear unbiased estimator' (BLUE) ist. 4 • Die Studierenden können lineare inverse Probleme formulieren und deren Schlechtgestelltheit analysieren. • Die Studierenden kennen das Lösungsverhalten schlecht gestellter Probleme. 5 • Die Studierenden können die Eigenvektorzerlegung darstellen und auf Beispiele anwenden. 6 • Die Studierenden können die Verbindung von Eigenwerten und der Schlechtgestelltheit erläutern. • Die Studierenden können die abgeschnittene Singulärwertzerlegung zum Lösen schlecht gestellter Probleme nutzen und begründen, warum die Methode sinnvoll ist. • Die Studierenden kennen die Singulärwertzerlegung und können diese anwenden. 7 • Die Studierenden können die regularisierenden Eigenschaften der Diskretisierung begründen. • Die Studierenden können die regularisierenden Eigenschaften iterativer Löser erläutern. • Die Studierenden können die Tikhonov Regularisierung erläutern. 8 • Die Studierenden können das Diskrepanzprinzip erläutern und anwenden. • Die Studierenden kennen wesentliche Methoden zur Wahl des Regularisierungsparameters. • Die Studierenden können das L-Kurven Kriterium erläutern und anwenden. 9 • Die Studierenden können den Luenberger Beobachter analysieren und erläutern. • Die Studierenden können Lösungsstrategien inverser Probleme auf den Problemkreis der Zustandsschätzung anwenden. • Sie können den Begriff der Beobachtbarkeit für LTI-Systeme erläutern. 10 • Die Studierenden können den Begriff der Systeminversion erläutern. • Die Studierenden können die Lösungsstrategien inverser Probleme auf die Problemklasse der Eingangsschätzung anwenden. 11

	• Die Studierenden können geeignete Gütefunktionen auswählen und begründen. • Die Studierenden können Eingangsschätzprobleme mittels Zustandserweiterung selbständig analysieren und lösen. • Die Studierenden können Parameterschätzprobleme lösen. 12 • Die Studierenden können eine Konfidenzanalyse durchführen. • Die Studierenden können die Lösung eines Parameterschätzproblems analysieren und kritisch hinterfragen. 13 • Die Studierenden können zwischen konkurrierenden Modellstrukturen wählen und ihre Wahl begründen. • Die Studierenden kennen die Konzepte der optimale Versuchsplanung und • können diese auf Beispielprobleme anwenden. 14 • Die Studierenden lernen Beispiele inverser, schlecht gestellter Probleme aus dem Forschungsumfeld kennen und können diese klassifizieren. 15 • Die Studierenden lernen Beispiele inverser, schlecht gestellter Probleme aus dem Industrieumfeld kennen und können diese klassifizieren.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden können inverse Probleme erkennen und erklären • Die Studierenden sind in der Lagem die Schlechtgestelltheti eines Problems zu analysieren. • Die Studierenden kennen die wichtigsten regularisierungsstrategien zur Lösung schlecht gestellter Probleme und können diese auf konkrete Probleme anwenden. • Die Studierenden können die Angemessenheit eines mathematischen Modells für einen Prozess beurteilen. • Die Studierenden kennen die Konzepte der optimalen Versuchsplanung und können diese auf konkrete Beispiele anwenden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können einfache Programme in Matlab implementieren (wird in den Übungen erlernt) Die Schlüsselqualifikationen sollen während der Vorlesungen, der entsprechenden begleitenden Übungen und Selbststudium erworben werden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.): " Englisch (Beschäftigung mit englischsprachiger Fachliteratur im Selbststudium) " Praktische Erfahrungen mit einer höheren Programmiersprache (in den Übungen müssen kleinere Aufgaben in Matlab implementiert werden)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Englisch (Beschäftigung mit englischsprachiger Fachliteratur im Selbststudium) • Praktische Erfahrungen mit einer höheren Programmiersprache (in den Übungen müssen kleinere Aufgaben in Matlab implementiert werden)
Literatur	• Y. Bard. "Nonlinear Parameter Estimation" • P.C. Hansen. "Rank-deficient and ill-posed Problems" • H.W. Engl. „Inverse Problems“
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher MathematikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher:

	Dr.-Ing. Adel Mhamdi
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Modellgestützte Schätzmethoden (111343402)	2. Semester	1. Semester	0	2
Klausur Modellgestützte Schätzmethoden (111343401)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Modellgestützte Schätzmethoden	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Prozessentwicklung in der Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013366
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung • Systematischer Lösungsansatz 2 • Entscheidungshierarchie nach Douglas • Ausgangssituation, Ermittlung des wirtschaftlichen Potentials alternativer Synthesewege 3 • Entscheidungshierarchie nach Douglas • Definition eines einfachen Prozesses, Ein- / Ausgangsstruktur 4 • Gestaltung des Reaktorsystems • Reaktorauswahl, Methode der erreichbaren Gebiete für Reaktornetzwerke 5 • Gestaltung des Trennsystems • Überblick, Entwurf der Gastrennung 6 • Gestaltung des Trennsystems • Entwurf der Flüssigkeitstrennung 7 • Gestaltung des Trennsystems • Entwurf der Flüssigkeitstrennung 8 • Gestaltung des Trennsystems • Rückstandslinien, Sequenzierung von Destillationskolonnen 9 • Sicherheit, Umweltschutz • Umweltschutz beim Fließbildentwurf, Gefahrenpotentiale, Maßnahmen, CO2 -Emissionen 10 • Prozessberechung • Massenbilanzen von Mischer, Stromteiler, Reaktor, Destillation, Absorption/Extraktion 11 • Prozessberechnung • Energiebilanzierung, Enthalpieberechnung von Stoffströmen, Energiebilanzen von Wärmetauscher, Reaktor, Pumpen, Kompressoren, Kälteanlagen 12 • Grobdimensionierung von Apparaten • Dimensionierung von Behältern, Reaktoren, Wärmetauschern, Destillationskolonnen, Absorptionskolonnen

	13 • Kostenschätzung und wirtschaftliche Bewertung • Abschätzung der Herstellkosten, Aufteilung der Gesamtkosten, Kapitalkosten, Abschreibung, Bewertung von Investitionsalternativen durch einperiodische und mehrperiodische Verfahren 14 • Methoden der Energieintegration • Berechnung der minimalen zu- und abzuführenden Wärmen mit der Pinchmethode, minimale Anzahl der Wärmetauscher, Entwurf des Wärmetauschernetzwerkes 15 • Methoden der Energieintegration • Energieintegration von Destillationskolonnen, Wärmekraftmaschinen und Wärmepumpen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind in der Lage, Fließbilder verfahrenstechnischer Prozesse nach der Entscheidungshierarchie von Douglas zu entwickeln: von Ausgangssituation über Ein- und Ausgangsstruktur sowie Rückführungsstruktur zur Gestaltung des Reaktorsystems und des Trennsystems. • Die Studierenden beherrschen die Berechnung der im Fließbild auftretenden Stoff- und Energieströme mit einfachen Massen- und Energiebilanzen. • Sie können die wichtigsten Apparate verfahrentechnischer Prozesses grob dimensionieren. • Die Studierenden sind in der Lage die Investitionskosten und Produktionskosten eines Prozesses grob abzuschätzen. Mit Methoden der ökonomischen Bewertung können sie Prozessalternativen hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit vergleichen und eine Entscheidung für die attraktivste Alternative fällen. • Die Studierenden beherrschen die Pinch-Analyse, um das Potential für eine Energieintegration innerhalb eines verfahrenstechnischen Prozesses zu ermitteln. • Sie können ein Wärmetauschernetzwerk mit heuristischen Regeln entwerfen, mit dem dieses Potential ausgeschöpft wird. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundoperationen der Verfahrenstechnik " Reaktionstechnik " Wärme- und Stoffübertragung I " Thermodynamik der Gemische
(empfohlene) Voraussetzungen	empfohlen: • Grundoperationen der Verfahrenstechnik • Reaktionstechnik • Wärme- und Stoffübertragung I • Thermodynamik der Gemische
Literatur	Vorlesungsumdruck Prozessentwicklung in der Verfahrenstechnik mit Übungsaufgaben, 265 Seiten
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Alexander Mitsos Ph. D.
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Prozessentwicklung in der Verfahrenstechnik (401336601)	2. Semester	1. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Prozessentwicklung in der Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Anlagenweite Regelung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013318
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in das Thema der anlagenweiten Regelung • Wiederholung graphischer Symbole und Kennbuchstaben der EMSR-Technik, um die Regelstrukturen verstehen zu können. 2 • Wiederholung der wichtigsten Prozessgrößen, deren Klassifikation und Auswahl • Einführung der Freiheitsgradanalyse, teilweise Wiederholung und Erweiterung der Kenntnisse aus der Regelungstechnik • Einführung in die Software Matlab, die als Standard-Software zur Lösung relevanter Fragen im Bereich anlagenweite Regelung verwandt wird 3 • Einführung von Mehrgrößenregelung, als Erweiterung der Kenntnisse aus der Regelungstechnik • Diskussion von Regelkreisstrukturen, die häufige Anwendung in Theorie und Praxis erhalten • Einführung des Tennessee Eastman Prozesses, als Standardbeispiel für anlagenweite Regelung 4 • Wiederholung und Erweitung der Systemdarstellungen, die für die anlagenweite Regelung benötigt werden • Die Hauptregelaufgaben der Prozesse werden herausgearbeitet 5 • Systemdarstellung bzw. die Einführung der zwei möglichen Verhalten von Systemen • Analyse des stationären Verhaltens von Prozessen als Standardfall • Freiheitsgradanalyse und Regelparametrierung als Methoden in der industriellen Praxis 6 • Analyse des dynamischen Verhaltens von Prozessen • Aufzeigen dieser Systemeigenschaften 7 • Stabilität und Richtungsabhängigkeit von Mehrgrößensystemen als wichtige Anforderung an anlagenweite Regelung 8 • Dezidierte Betrachtung der Eigenschaften von Mehrgrößensystemen mit zentraler Regelung 9 • Diskussion der erreichbaren Regelgüte bei zentraler Regelung, um die Vor- und Nachteile dieser Methode abschätzen zu können 10 • Diskussion der erreichbaren Regelgüte bei dezentraler Regelung, um die Vor- und Nachteile dieser Methode abschätzen zu können 11 • Zusammenführung aller vorhergehend eingeführten Methoden zur anlagenweiten Regelung

	12 • Betrachtung der Besonderheiten bei dezentraler Regelung: Paarung von Stell- und Regelgrößen 13 • Zusammentragen der erlernten Erkenntnisse und praktische Umsetzung des Erlernten bei der Regelung einer realen Technikumskolonne 14 • Als weiterführendes Thema: Einführung in lineare modell-prädiktive Regelung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind mit dem allgemeinen Aufgabengebiet der Prozessführung vertraut. Ihnen wird die Problematik dargestellt, die auftritt, wenn mehrere Apparate in einer Anlage mit einer komplexen Regelstruktur betrieben werden. • Die Studierenden kennen verschiedene Mehrgrößenregelsysteme und spezielle Regelkreisstrukturen. • Die Studierenden verstehen die beiden gängigen Systemdarstellungen des Zustandsraums und des Frequenzbereichs. • Sie können das Verhalten von stationären und dynamischen Systemen analysieren. • Die Studierenden können ein System mittels der Kriterien Steuerbarkeit, Beobachtbarkeit und Stabilität charakterisieren. • Sie kennen die Unterschiede und die Vor- bzw. Nachteile zwischen einer zentralen und einer dezentralen Regelung. • Die Studierenden kennen verschiedene Ansätze, um eine anlagenweite Regelung zu erstellen. • Die Studierenden lernen den Umgang mit Matlab. • Im Verlauf der Laborübung regeln die Studierenden eine Technikumskolonne und verstehen die Bedeutung der Prozessführung in der Praxis. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden halten jeweils ein Referat über eine Publikation aus dem Themenbereich der anlagenweiten Regelung. • Sie werden während der Übungseinheiten mit der simulationsgestützen Analyse von dynamischen Systemen vertraut.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Regelungstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Regelungstechnik
Literatur	• Skript zur Vorlesung • H. Schuler: Prozessführung, Oldenbourg Verlag • O. Föllinger: Regelungstechnik , Hüthig Buch Verlag
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine mündliche Prüfung • Ein Referat
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr.-Ing. Adel Mhamdi
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Anlagenweite Regelung (401331801)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Anlagenweite Regelung	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Anlagenweite Regelung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Physikalische Festkörperchemie (Wahlpflichtfach)
Kennung	1515596
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung und Übersicht • Kristallgitter 2 • Bindungen und Bänder in Festkörpern • Bänder • Metalle • Freies Elektronengas • Wärmekapazität des freien Elektronengases • Elektrische Leitfähigkeit • Isolatoren und Halbleiter • Dotierung • Halbleiterbauelemente 3 • Festkörperthermodynamik • Ionenkristalle: Struktur • Ionenkristalle: Gitterenergie • Gitterschwingungen 4 • Defekte in Festkörpern (Defektchemie) • Makroskopische Evidenz für Gitterfehler • Mikroskopische Modelle von Punktdefekten • Thermodynamik von Punktdefekten • Nichtstöchiometrische Verbindungen 5 • Diffusion • Diffusionsmechanismen • Selbstdiffusion • Sekundärionenmassenspektrometrie • Tracerdiffusion • Diffusion im Konzentrationsgradienten • Temperaturabhängigkeit der Diffusion • Irreversible Thermodynamik • Chemische Diffusion 6 • Festkörperreaktionen 7 • Brennstoffzellen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen Gegenstand, Entwicklung und Trends der Physikalischen Chemie fester Stoffe.

	• Die Studierenden können theoretische Modelle der Festkörperstruktur auf aktuelle Fragestellungen übertragen. • Die Studierenden sind fähig, experimentelle Resultate sinnvoll zu interpretieren und können Konsequenzen ableiten und vorhersagen. • Die Studierenden können die logische Richtigkeit einer wissenschaftlichen Argumentation beurteilen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz). • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern (Präsentation).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• R.J. Borg, G.J. Dienes, The Physical Chemistry of Solids, Academic Press Ltd., San Diego, 1992 • A.R. West, Grundlagen der Festkörperchemie, Wiley-VCH, New York, 2000 • Skript zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher ChemieModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Manfred Martin
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder Mündliche Prüfung Physikalische Festkörperchemie (151559601)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Physikalische Festkörperchemie	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Physikalische Festkörperchemie	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Lattice-Boltzmann Methoden (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011692
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: kinetische und kontinuumsmechanische Strömungsbeschreibung • Einfache kinetische Modelle • Gleichungen der Kontinuumsmechanik 2 • Grundlagen der kinetischen Gastheorie • Maxwell-Boltzmann Verteilung • Herleitung aus der statistischen Mechanik 3 • Kinetische Theorie des Nichtgleichgewichts • Grundprinzipien • Herleitung der Boltzmann Gleichung 4 • Die Boltzmann Gleichung • Eigenschaften der Boltzmann Gleichung • Vereinfachende Modelle (BGK Approximation) 5 • Die Gleichungen der Kontinuumsmechanik • Chapman-Enskog Lösung der Boltzmann- und BGK Gleichungen • Herleitung der Euler- und Navier-Stokes Gleichungen mittels der Chapman-Enskog Methode 6 • Einführung: Numerische Verfahren • Monte Carlo Simulation • Kinetische Finite Differenzen und Finite Volumen Verfahren 7 • Enführung in die Lattice Methoden • Zelluläre Automaten • Lattice-Gas Modelle 8 • Lattice-Boltzmann und -BGK Modelle (1) • Statistische Betrachtungen • Herleitung der Modelle 9 • Lattice-Boltzmann und -BGK Modelle (2) • Single- und Multiple-Time Relaxation für LBGK • Verschiedene Geschwindigkeitsmodelle 10 • Analyse der Lattice Modelle • Konsistenz mit Gleichungen der Kontinuumsmechanik • Numerische Stabilität

	11 • Numerik der Lattice Modelle in der Fluiddynamik • Randbedingungen • Implementierung 12 • Lattice Methoden für komplexe Fluide (1) • Gasgemische: Kinetische Betrachtung • Implementierung als Lattice Modell 13 • Lattice Methoden für komplexe Fluide (2) • Mehrphasensysteme 14 • Lattice Methoden für komplexe Fluide (3) • Partikeltransport • Poröse Medien 15 • Übersicht: Anwendungen außerhalb der Fluiddynamik • Beispiele aus verschiedenen Disziplinen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten beherrschen die Grundlagen der kinetischen Gastheorie • Die Studenten können Strömungsgleichungen der Kontinuumsmechanik aus kinetischen Modellen herleiten • Sie verstehen die Grundgedanken der Lattice-basierten numerischen Methoden und deren Beziehung zu makroskopischen Gleichungen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundlagen der partiellen Differentialgleichungen " Strömungsmechanik " Grundlagen der partiellen Differentialgleichungen " Strömungsmechanik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen der partiellen Differentialgleichungen • Strömungsmechanik
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine mündliche Prüfung, • Hausaufgaben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Georg May Ph. D.
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0

Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Lattice-Boltzmann Methoden (40116921)	1. Semester	2. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Lattice-Boltzmann Methoden	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Membranverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011665
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in die Membranverfahren • Triebkräfte • Transportwiderstände 2 • Membranen - Materialien, Werkstoffe und Strukturen • organischer und • anorganischer Membranen 3 • Modellierung des Stofftransportes in Membranen • Modelle für poröse und nicht-poröse Membranen • Modelle für Gas- und Dampftransport in porösen Medien 4 • Modulkonstruktionen • Anforderungen an Modulkonstruktion • Module für Schlauch-, Flach- und getauchte Membranen 5 • Stoffaustausch an Membranen • Triebkraftmindernde Effekte • Einfluss der Einbaurichtung asymmetrischer Membranen • Maßnahmen zur Verbesserung des Stoffübergangs an der Membran 6 • Moduloptimierung • Strömungsführung im Modul • Definition einer Optimierungszielfunktion • Beispiele 7 • Anlagenentwurf • Modulanordnung • Investitions-, laufende und spezifische Kosten 8 • Ultra- und Mikrofiltration • Verfahrensbeschreibung, eingesetzte Membranen • Prozessführung, Modellierung des Stofftransportes, Fouling • Anwendungen 9 • Umkehrosmose (Reverse Osmosis - RO) • Membranbeständigkeit, Osmotischer Druck • Viskositätseinfluss, Membranverblockung, Energiebedarf • Beispiele und Auslegung einer Meerwasserentsalzungsanlage

	10 • Nanofiltration (NF) • Membranen in der NF, Einsatzgebiete, Trennverhalten • Druck- und konzentrationsabhängiger Rückhalt • Vergleich NF / RO 11 • Pervaporation / Dampfpermeation • Membranen und Module, leistungsbestimmende Parameter • Verfahrensauslegung • Anwendungsbeispiele 12 • Elektrodialyse (ED) • Verfahrensbeschreibung, Membranen, Aufbau und Betrieb von EDAnlagen • Auslegung und Kosten des Verfahrens, Verfahrensvarianten, Berechnungsbeispiele 13 • Gaspermeation • Membranen, Trennmechanismen, Modulkonstruktionen, lokale Trenncharakteristik, Modul- und Anlagenauslegung • Anwendungsbeispiele 14 • Membrankontaktoren • Verfahrensprinzip, Membranen, Modulkonstruktionen, Auslegung • Anwendungen und Ausblick 15 • Simulation und Optimierung mit ASPEN+
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen alle gängigen Membranverfahren zur Stofftrennung und sind mit deren Grundlagen vertraut. • Sie kennen Werkstoffe und Herstellungsmethoden von Membranen. • Sie beherrschen grundlegende Methoden zur Modellierung des Stofftransportes in und an Membranen, welche sie auch in artverwandten Problemstellung anderer Stofftrennverfahren einsetzen können. • Sie sind mit den fluidmechanischen Konstruktions- und Optimierungsmethoden gängiger Membranmodule für verschiedene Membranverfahren vertraut. • Die Studierenden können Membranmodule und -anlagen auslegen und diese hinsichtlich ihrer Eignung zur Lösung einer bestimmten Stofftrennaufgabe, ihrer Leistung und ihrer Kosten bewerten Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden beherrschen die Fach-Termini im Bereich der Membranverfahren in englischer Sprache.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: - Englische Fremdsprachenkenntnisse
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Englische Fremdsprachenkenntnisse
Literatur	Thomas Melin, Robert Rautenbach: Membranverfahren - Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, Springer, 2.Auflage (2004)
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Membranverfahren (401166501)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Membranverfahren	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Membranverfahren	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010885
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Stage-Gate-Prozess, Wirtschaftlichkeitsanalyse, Bilanzen in der Verfahrenstechnik, Oberflächenspannung und Grenzflächenphänomene, Flüssig-Gas-Grenzflächen, Flüssig-Flüssig-Grenzflächen, Flüssig-Fest-Grenzflächen, Kristallisation, Gas-Fest-Grenzflächen, Membranverfahren als Produktbeispiel, statistische Versuchsplanung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Als zukünftige Produktentwickler sind die Studierenden mit den veränderten Rahmenbedingungen bei der modernen Produktentwicklung vertraut. • An Hand einer vierstufigen Entwicklungsmethodik können sie verfahrenstechnische Produkte von der Idee bis zur Fertigung entwickeln. • Weiterhin beherrschen sie Methoden zur Ideenfindung, -sortierung, -reduktion bis hin zur Selektion auf Basis objektiver und subjektiver Entscheidungskriterien sowie einer Risikoabschätzung. • Sie sind mit dem notwendigen Hintergrundwissen vertraut, das notwendig ist, hochgradig strukturierte verfahrenstechnische Produkte bis zum Produktionsstadium zu entwickeln. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind sich der besonderen Anforderungen hinsichtlich Technologien und Softskills bei der Produktentwicklung bewusst.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: - Chemie (Grundlagen, 1. Semester) - Grundoperationen der Verfahrenstechnik (5. Semester)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Chemie • Grundoperationen der Verfahrenstechnik
Literatur	• Vorlesungsskript • Cussler E.L. / Moggridge G.D.: Chemical Product Design, Cambridge University Press, 2005 • Barnes, G. &; Gentle, I.: Interfacial science: an introduction • Atkins, P.W. &; de Paula, J.: Physikalische Chemie
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur. Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik (401088501)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Medizinische Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013856
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in die Vorlesungsinhalte: Blut, Blutseparation, Niere, Lunge, Herz, Reinstwassererzeugung, Sterilisationsverfahren, Compartimentmethoden • Begrifflichkeiten der medizinischen Verfahrenstechnik und Abgrenzung von benachbarten Gebieten • Anwendungsbeispiele des verfahrenstechnischen Grundwissens in physiologischen Bereichen, z.B. Strömungsmechanik in der Entwicklung einer Blutpumpe • Der Mensch als "verfahrenstechnische Anlage" 2 • Einleitung in die Medizintechnik: Historische Entwicklung und Ziele der Medizintechnik • Diagnostische und therapeutische Hilfmittel der Medizin, Marktsituation der Medizintechnik • Interessante Statistik zum Gesundheitsmarkt: Gesundheitsausgaben, Bestandteile der Krankenhauskosten, mittlere Lebenserwartung und Altersaufbau der Bevölkerung Deutschlands 3 • Funktion und Zusammensetzung des Blutes • Fließeigenschaften (Rheologie) und mechanische Stabilität des Blutes als Grundlage für die Berechnung und Auslegung von Geräten, in denen das Blut mechanisch beansprucht wird, z.B. in Blutpumpen 4 • Rheologie und Verhalten des Blutes in Makro- und Mikrozirkulation • Wichtige Schädigungsmechanismen des Blutes • Minimierung dieser Schädigungsmechanismen bei der Auslegung von Apparaten zur Blutbehandlung 5 • Meilensteine der Entwicklung der Transfusionsmedizin • Blutkomponentenspende und verschiedene Trennverfahren zur Blutfraktionierung: Sedimentation, Zentrifugation 6 • Weitere Trennverfahren zur Blutfraktionierung: Chromatographie • Auftrennungsmethoden für Blutplasma 7 • Die Zukunft der Blutseparation: Neue Entwicklungen und Herausforderungen an die Verfahrenstechnik 8 • Physikalische Kentnisse der menschlichen Niere: Aufgabe, Aufbau und Funktion • Trennfunktion der Niere im Vergleich zu verfahrenstechnischen Einheiten 9 • Nierenerkrankungen • Künstliche Niere • Einsatz von Membranverfahren als künstlicher Ersatz für die menschliche Niere oder als Peripherie solcher Geräte 10

	• Lunge: Atmungsweg und Atmungsorgane • Mechanismen des Stoffaustausches der Atemgase • Funktionsstörungen der Lunge 11 • Geschichte der künstlichen Beatmung • Einsatz von Membranverfahren als künstlicher Lunge: Oxygenator 12 • Aufbau und Funktion des Herzens und der Herzklappen • Gefäßsystem und Blutkreislauf • Technik der Blutpumpe: Das künstliche Herz 13 • Anforderung an die Wasserqualität für medizinische und pharmazeutische Zwecke • Technik der Reinstwassererzeugung für medizinische und pharmazeutische Zwecke • Sterilisationsverfahren in der Pharma- und Medizintechnik 14 • Compartimentmethoden • Medikamentenentwicklung, Kinetik der Wirkstoffabgabe • Zusammenhang Wirkstoff - Wirkort - Elimination des Wirkstoffs 15 • Neue Technologien in der Medizintechnik: • z.B. künstliche Leber 16 • Neue Technologien in der Medizintechnik: z.B. künstliche Leber
Lernziele/Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen haben die Studierenden Kenntnisse und Fähigkeiten in den Themenfeldern, die unter Inhalt beschrieben werden, erworben. Wissen und Verstehen: Somit kennen die Studierenden insbesondere • Ausgewählte, verfahrenstechnisch interessante Inhalte aus der Pharma- und Medizintechnik • Die interdisziplinären Aspekte der Verfahrens- und Medizintechnik Die Studierenden sind dadurch in der Lage, das Verhalten des Blutes und der menschlichen Organe zu erläutern und mögliche Anwendungen im Hinblick auf Verfahrenstechnische Anwendungen zu benennen. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, die vorhandenen Kenntnisse aus der Strömungsmechanik, der Verfahrenstechnik und dem Stoff- und Wärmetransport auf die Medizintechnik anzuwenden, um reale, ingenieurwissenschaftliche Probleme zu lösen. Dadurch sind sie fähig, Probleme bei der Entwicklung verfahrenstechnischer Apparate für medizinische Anwendung zu lösen (z.B. künstliche Organe oder Apparate für die Blutfraktionierung). Sonstige (fakultativ):
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• von Wolfersdorff, B., Medizinische Verfahrenstechnik I, Vorlesungsskript, RWTH Aachen, 2. Auflage, 1997 • Chmiel, H., Zur Blutrheologie in Medizin und Technik, Habilitation, RWTH Aachen, 1973 • R.F., Probstein, Physiochemical Hydrodynamics (2nd ed.), WileyVerlag, New York, 1994 • Ganong, W.F., Medizinische Physiologie, Springer 1974 • Franz, H.E., Blutreinigungsverfahren, Technik und Praxis, Georg-Thieme Verlag, Stuttgart; 2. Auflage 1981 • Boubaker, K., Blanc, E.; Troillet,N. Sion: Infektionsprävention in der Hämodialyse, Teil I: Wasserqualität, Swiss-NOSO, Band 9, Nummer 2, Juni 2002

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling Dr.-Ing. Süleyman Yüce
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Medizinische Verfahrenstechnik (401385601)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Medizinische Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Medizinische Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Grundoperationen der Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010854
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Allgemeine Grundlagen • Dimensionsanalyse, dimensionslose Kennzahlen 2 • Chemische Verfahrenstechnik, chemische Reaktion: • Stöchiometrische Reaktionsgleichung und Konzentrationsangaben • Betriebsgrößen eines chemischen Reaktors 3 • Chemische Verfahrenstechnik, Reaktionskinetik homogener Reaktionen: • Reaktionsgeschwindigkeiten, reaktionskinetische Gleichung • Gleichgewichtsreaktionen und -konstanten • Einfluss der Temperatur auf die Reaktionsgeschwindigkeit 4 • Chemische Verfahrenstechnik, Ideale Reaktoren: • Idealer Rührkessel, Ideales Strömungsrohr • Kaskade idealer Rührkessel • Vergleich idealer Reaktoren 5 • Chemische Verfahrenstechnik, Verweilzeitverteilung: • Messung der Verweilzeitverteilung • Verweilzeitverteilung idealer Reaktoren • Verweilzeitverteilung realer Reaktoren 6 • Mechanische Verfahrenstechnik, Zerkleinerung: • Leistungsbedarf von Zerkleinerungsprozessen - Halbempirische Zerkleinerungsgesetze und Dimensionsanalyse • Energetischer Wirkungsgrad • Zerkleinerungsmaschinen 7 • Mechanische Verfahrenstechnik, Siebung: • Ideale und reale Trennung von Partikeln • Ermittlung und Anwendung der Tromp´schen Kurve 8 • Mechanische Verfahrenstechnik, Sedimentation: • Einsatzgebiet der Sedimentation • Definition der Trennbedingung, stationäre Sinkgeschwindigkeit • Dimensionierung eines Absetzapparates, Zentrifugation 9 • Mechanische Verfahrenstechnik, Filtration: • Filtrationsarten: Tiefenfiltration, Oberflächenfiltration • Filterapparate

	• Filtergleichungen: Darcy-Gesetz, Kapillarmodell, Carman-Kozeny Gleichung, empirische Modelle 10 • Mechanische Verfahrenstechnik, Mischen und Rühren: • Einsatzgebiete • Leistungscharakteristik verschiedener Rührertypen • Dimensionsanalyse 11 • Thermische Verfahrenstechnik, Absorption: • Grundlagen: Absorptionsgleichgewichte, Stoffaustauschmodelle 12 • Berechnung von Bodenkolonnen und Füllkörperkolonnen • Stoffbilanz, McCabe-Thiel-Diagramm, HTU-Konzept, NTU 13 • Thermische Verfahrenstechnik, Dampf-Flüssiggleichgewichte von Gemischen: • binäre Systeme • Darstellung von Dampf-Flüssig-Gleichgewichten 14 • Thermische Verfahrenstechnik, Destillation und Rektifikation: • Diskontinuierlich betriebene einfache Destillation • Kontinuierlich betriebene einfache Destillation • Kaskadenschaltung, Rektifikation
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studenten kennen die wesentlichen Grundoperationen der mechanischen, chemischen und thermischen Verfahrenstechnik. Sie beherrschen grundlegende Methoden und Herangehensweisen zur Lösung verfahrenstechnischer Aufgabenstellungen. • Die Studenten sind in der Lage, aufgrund der erlernten Methodik selbständig Auslegungsberechnungen für verfahrenstechnische Grundoperationen durchzuführen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Vorlesungsumdruck (erhältlich am IVT), 120 Seiten. zahlreiche Abbildungen und graphische Darstellungen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundoperationen der Verfahrenstechnik (401085401)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundoperationen der Verfahrenstechnik	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Grundoperationen der Verfahrenstechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Rheologie (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011561
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in die Rheologie - Grundbegriffe: • Grundbeanspruchungen • Scherversuch, Dehnversuch 2 • Einführung in die Rheologie - Stoffklassen: • Newtonsche Flüssigkeiten • Nichtlinear-reinviskose Flüssigkeiten 3 • Einführung in die Rheologie - Stoffklassen: • Flüssigkeiten mit zeitabhängigen Eigenschaften • Viskoelastizität, Thixotropie, Rheopexie • Plastische Stoffe 4 • Einfache Strömungen und Beanspruchungen: • Rohrströmung • Ebene Beanspruchung in parallelen Schichten 5 • Bewegung des Kontinuums: • Mathematische Beschreibung • Spannungstensor • Impulsbilanz 6 • Rheologische Zustandsfunktionen: • Allgemeine Zustandsfunktion • Rahmeninvarianz, Isothermie, Innere Zwänge 7 • Rheologische Zustandsfunktionen: • Newtonsche Flüssigkeit • Reiner-Rivlin-Flüssigkeit 8 • Rheologische Zustandsfunktionen: • Maxwellsches Feder-Dämpfer-Modell (Flüssigkeit) 9 • Rheologische Zustandsfunktionen: • Kelvin-Voigtsches Feder-Dämpfer-Modell (Festkörper) • Jeffreys-Modell und Verallgemeinerung 10 • Rheometrie: • Viskosimeterströmung

	• Rohrrheometer 11 • Stationäre Rheometrie: • Couette- / Searle-Rheometer • Kegel-Platte-Rheometer 12 • Stationäre Rheometrie: • Auswertemöglichkeiten 13 • Instationäre Rheometrie: • Relaxationsversuch, Retardationsversuch 14 • Instationäre Rheometrie: • Schwingversuch 15 • Rheologische Strömungsprobleme: • Weißenbergeffekt • Strahlaufweitung • Pumpeffekt
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • In verfahrenstechnischen Prozessen werden in vielen Fällen flüssige Systeme wie Suspensionen oder Lösungen behandelt, die komplexe Fließeigenschaften aufweisen. Die Studierenden sind in der Lage, solche Systeme zu erkennen und ihr Verhalten zu modellieren. • Die Studierenden sind mit der mathematischen Beschreibung strömender Kontinua vertraut und in der Lage, diese auf Flüssigkeiten mit komplexen Fließeigenschaften anzuwenden. • Die Studierenden kennen klassische Modelle zur Beschreibung komplexer Fließeigenschaften und können sie für einfache Geometrien auf praktische Probleme anwenden. • Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der Rheometrie. Sie kennen die gebräuchlichsten Messsysteme und gängige Auswertemethoden Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I, II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Strömungsmechanik I, II
Literatur	• Vorlesungsumdruck "Rheologie" (erhältlich am IVT), 162 Seiten mit zahlreichen Abbildungen • C. W. Macosko: Rheology. Principles, Measurements and Applications, Wiley VCH Verlag GmbH, 1994
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung oder eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Ronald Gebhardt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Rheologie (401156101)	2. Semester	1. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Rheologie	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Rheologie	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Flugdynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013370
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • EINFÜHRUNG • Grundbegriffe 2 • GRUNDLAGEN • Bezeichnungen • Koordinatensysteme 3 • Luftkräfte, Luftkraftmomente 4 • STATIONÄRE LÄNGSBEWEGUNG • Statische Längsstabilität bei festem Ruder 5 • Ruderausschläge • Leitwerksauslegung 6 • Statische Längsstabilität bei freiem Ruder • Manöverstabilität 7 • Steuerung 8 • STATIONÄRE SEITENBEWEGUNG • Gier- und Rollbewegung • Steuerung 9 • Kopplungen • Stationäre Flugzustände 10 • BEWEGUNGSGLEICHUNGEN • Herleitungen 11 • Vereinfachungen • Linearisierung 12 • DYNAMIK DER LÄNGSBEWEGUNG • Eigenverhalten 13

	• Führungs- und Störverhalten 14 • DYNAMIK DER SEITENBEWEGUNG • Eigen-, Führungs- und Störverhalten 15 • FLUGEIGENSCHAFTSFORDERUNGEN • Längsbewegung • Seitenbewegung
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden kennen und verstehen die Grundbegriffe und Grundgleichungen zur Untersuchung der Stabilität, Steuerbarkeit und Störanfälligkeit eines Flugzeugs (Flugeigenschaften, Flugdynamik) Sie sind in der Lage, diese Kenntnisse bei einfachen Aufgaben der Flugeigenschaftsanalyse oder des Flugzeugentwurfs bei vorgegebenen Flugeigenschafts-Anforderungen anzuwenden Die Studierenden können die Eigenschaften unterschiedlicher Flugzeugkonfigurationen bezüglich Stabilität und Manövrierfähigkeit beurteilen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mechanik " Mathematik " Regelungstechnik " Grundlagen der Flugmechanik Voraussetzung für: " Flugregelung
(empfohlene) Voraussetzungen	notwendig: • Mechanik • Mathematik empfohlen: • Regelungstechnik • Grundlagen der Flugmechanik
Literatur	Eigenes Skript "Flugdynamik" Etkin/Reid "Dynamics of Flight", John Wiley 1996, ISBN 0-471-03418-5Brockhaus, "Flugregelung", Springer 2001, ISBN 3-540-41890-3
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung oder eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dieter Moormann
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Flugdynamik (401337001)	2. Semester	1. Semester	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Flugdynamik	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Flugdynamik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Simulation fluidtechnischer Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013308
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 Einführung in die Simulation fluidtechnischer Systeme • Definition des Sachgebiets • Simulation des dynamischen Systemverhaltens vs. Simulation von Strömung, FEM, MKS oder Tribokontakten: Abgrenzung und Kombinationsmöglichkeiten • Anwendungen der Simulation in Konstruktion, Forschung, Vertrieb, Lehre • Übersicht zu verfügbaren Simulationsumgebungen 2 Modellbildung I: • Mathematische Beschreibung der grundlegenden Effekte Widerstand, Kapazität, Induktivität und deren Entsprechungen in Mechanik und Elektrik • Klassifizierung von Teilmodellen fluidtechnischer Systeme • Abbildung der Eigenschaften von Druckmedien Übung: Einführung in Simulationssoftware anhand einfacher Beispiele 3 Modellbildung II: • Ventile und technische Widerstände • Zylinder Übung: Modellierung, Parametrierung und Simulation eines ventilgesteuerten hydraulischen Linearantriebs 4 Modellbildung III: • Pumpen und Motoren Übung: Modellierung, Parametrierung und Simulation eines pumpengesteuerten hydraulischen Antriebs 5 Modellbildung IV: • Rohrleitungen/ Schläuche • Speicher Übung: Pneumatik 6 Regelungen und Steuerungen • Digitale und analoge Regler und Sensoren • Unterstützung der Regleroptimierung durch Parametervariation Übung: Reglerauslegung für einen hochdynamischen Antrieb 7 Simulation I • strukturiertes Vorgehen: vom einfachen zum komplexen Modell • Strategien zur Vermeidung von Abbildungsfehlern: Inbetriebnahme der Simulation und Verifikation • Rechnergestützte Auswertung & Darstellung Übung: Verfeinerung der Parametervariation zur Regleroptimierung und Visualisierung der Ergebnisse 8 Simulation II: Analyse des Systemverhaltens im Zeitbereich • Ermitteln von Kennwerten zum Systemverhalten • Sensitivitätsanalyse Übung: Wirkungsgradbetrachtung 9 Simulation III: Analyse des Systemverhaltens im Frequenzbereich • FFT, Analyse von Schwingungen • Stabilität von Regelkreisen • Sensitivitätsanalyse Übung: Schwingungsphänomene in hydraulischen Anwendungen 10 Verifikation • Abgleich von Simulation und Messdaten • Einflüsse auf die Qualität der Ergebnisse Übung: Abgleich der Simulation aus Übung 2 (ventilgesteuerter Linearantrieb) mit Messdaten vom Prüfstand 11 Simulationskopplung • Struktur und Aufbau von Simulationskopplungen • Anwendungsfelder Übung: gekoppelte Simulation von Hydraulik und Mechanik 12 • Wiederholung und Prüfungsvorbereitung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Möglichkeiten zur Beschreibung und zur Simulation dynamischer Systeme. • Sie sind in der Lage, fluidtechnische Systeme sinnvoll in Funktionseinheiten zu gliedern. (Systemverständnis) • Den Studierenden sind unterschiedliche Beschreibungsmöglichkeiten und Detaillierungen für das Verhalten der Teilsysteme bekannt, so dass sie für die jeweilige Fragestellung geeignete Modelle auswählen. • Die Studierenden können Simulationsmodelle aufbauen, diese parametrieren und die Qualität der Ergebnisse beurteilen. • Die Ergebnisse einer digitalen Simulation können sie im Zeit- und im Frequenzbereich darstellen, weiterverarbeiten und daraus Aussagen zum Systemverhalten ableiten. • Die Studierenden können den Nutzen der digitalen Simulation als Werkzeug für die Konzeption, Konstruktion, Regelung und Analyse von fluidtechnischen Systemen einschätzen. • Sie können Ergebnisse von Simulationen kritisch hinterfragen und die Zulässigkeit von getroffenen Annahmen für den konkreten Anwendungsfall beurteilen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.) • Die Studierenden bilden im Rahmen der Übungen gemeinsam fluidtechnische Systeme in Simulationsumgebungen ab. Sie verteten ihr Vorgehen und stellen ihre Ergebnisse dar.

	• Die Studierenden erlernen Lösungsstrategien, mit denen sie komplexe Probleme strukturiert bearbeiten können. Sie können technische Systeme analysieren und die zugrundeliegenden Zusammenhänge abstrahieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Servohydraulik - Geregelte fluidtechnische Antriebe " Grundlagen der Fluidtechnik " Regelungstechnik (Abel)
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen • Grundlagen der Fluidtechnik (Hydraulik und Pneumatik) Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Servohydraulik - Geregelte fluidtechnische Antriebe • Regelungstechnik (Abel)
Literatur	• Skript zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche oder eine mündliche Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Hubertus Murrenhoff
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Simulation fluidtechnischer Systeme (401330801)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Simulation fluidtechnicher Systeme	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Simulation fluidtechnicher Systeme	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Gasdynamik realer Gase (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011713
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einleitung, Molekülmodelle, Druck, Temperatur und innere Energie 2 • Mittlere freie Weglänge, Einleitung • Kinetische Gleichgewichtstheorie • Geschwindigkeitsverteilungsfunktion 3 • Zustandsgleichung eines perfekten Gases • Maxwellverteilung 4 • Maxwellverteilung, Endergebnisse, Diskussion 5 • Einleitung statistische Mechanik • Makroskopische und mikroskopische Beschreibung • Quantenenergiezustände 6 • Abzählung der Mikrozustände • Verteilung auf Energiezustände 7 • Boltzmann-Grenzfall • Boltzmann-Verteilung 8 • Thermodynamische Eigenschaften in Verbindung mit der Translationsenergie • Beitrag der inneren Struktur 9 • Einatomige Gase • Zweiatomige Gase 10 • Chemisch reagierende Systeme 11 • Dissoziation-Rekombination eines symmetrischen, zweiatomigen Gases 12 • Gleichgewichtseigenschaften von Gasen • Ideal dissoziierendes Gas 13 • Ionisationsgleichgewicht 14

	• Gasgemische, Eigenschaften von Luft im Gleichgewicht 15 • Gleichgewichtsströmungen, Stationäre Stoßwellen • Stationäre Düsenströmung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden erkennen und verstehen die wichtigsten Fragestellungen der Hochtemperatur-Gasdynamik und sind in der Lage, selbständig diese systematisch zu analysieren und zu lösen • Sie sind fähig, die wichtigsten Theorien der kinetischen Gastheorie und der statistischen Gasdynamik zu erklären, Lösungsmethoden auszuwählen und der Aufgabenstellung entsprechend anzuwenden • Die Studierenden beherrschen die Grundlagen zur Berechnung von Hochtemperatureffekten in realen Gasen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Gasdynamik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Gasdynamik
Literatur	Vorlesungsumdruck Gasdynamik realer Gase
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Karl Alexander Heufer
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Gasdynamik realer Gase (401171301)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Gasdynamik realer Gase	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Gasdynamik realer Gase	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Hyperschall-Aerothermodynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011714
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Aufbau der Atmosphäre • Höhenabhängigkeit von Druck, Dichte, Temperatur usw. 2 • Strömungen beim Raumflug und Wiedereintritt • Einteilung der Strömungsbereiche nach aerodynamischen und gaskinetischen Gesichtspunkten • Hochtemperatureffekte beim Wiedereintritt 3 • Klassifizierung der Raumfahrzeuge • Wiedereintrittsbahn und Flugphasen (Kapsel und Shuttle) 4 • Bahnmechanik beim Wiedereintritt. Fortsetzung • Definition der aerodynamischen Beiwerte • Energiebilanz beim Wiedereintritt als Gestaltungsprinzip 5 • Berechnung von Druck- und Wandschubspannungsverteilungen in der freien Molekülströmung für einfache Körpergeometrien 6 • Newtonsche Strömung als Sonderfall der freien Molekülströmung 7 • Nichtgleichgewichtseffekte • Reaktionskinetische Kennzahlen und Bereiche • Chemische Zustandsänderung und Reaktionsweg 8 • Reibungsfreie Hyperschallströmung • Physikalische Interpretation der Machzahl • Senkrechte und schräge Verdichtungsstöße im Hyperschall 9 • Hypersonische Näherungen für den schrägen Stoß • Prinzip der Machzahlunabhängigkeit 10 • Hypersonische Näherungsverfahren zur Berechnung der aerodynamischen Beiwerte • Einfache Berechnungsmethoden für Widerstand und Auftrieb 11 • Reibungsbehaftete Hyperschallströmung • Charakteristische Wärmeübergangskennzahlen 12 • Laminare kompressible Grenzschicht mit Wärmeübergang • Stoß- Grenzschicht- Interaktion an der ebenen Platte

	13 • Wärmeübergang im Staupunkt • Wärmeübergangsverteilung an stumpfen Körpern 14 • Laminar- turbulente Transition und Wärmeübergang • Turbulente Hyperschallströmungen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden erkennen und verstehen die wichtigsten Fragestellungen der Aerothermodynamik im Hyperschall und sind in der Lage, selbständig diese systematisch zu analysieren und zu lösen • Sie sind fähig, die wichtigsten Theorien der aerothermodynamischen Problemgebiete zu erklären, Lösungsmethoden auszuwählen und der Aufgabestellung entsprechend anzuwenden • Die Studierenden beherrschen die Grundlagen zur Berechnung reibungsfreier und reibungsbehafteter stationärer Hyperschallströmungen mit einfachen Methoden Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Gasdynamik " Strömungslehre
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Gasdynamik • Strömungslehre
Literatur	Vorlesungsskript Hyperschall-Aerothermodynamik, Abbildungen und Diagramme
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Herbert Olivier
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Hyperschall-Aerothermodynamik (401171401)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Hyperschall-Aerothermodynamik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Kurzzeitströmungsmesstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011684
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Optische Methoden zur Strömungsvisualisierung • Grundlagen der geometrischen Optik 2 • Herleitung der Linsengleichung • Bildkonstruktion 3 • Krümmung und Auslenkung eines Lichtstrahls infolge eines Dichtegradienten • Schattenverfahren 4 • Schlierenverfahren, Strahlengänge und mögliche Anordnungen 5 • Bildfehler, Farbschlierensysteme 6 • Aufbau eines Schlierensystems und Untersuchung der optischen Qualität (Labor) 7 • Interferenzverfahren, Mach-Zehnder-Interferometer 8 • Michelson-Interferometer 9 • Sonden zur Messung des konvektiven Wärmestroms mit Ansprechzeiten im Mikrosekundenbereich • Berechnungsmodell 10 • Eindimensionales Wärmeübergangsmodell zur Bestimmung des Wärmestroms • Prinzip des halbunendlich ausgedehnten Körpers 11 • Abschätzung der nötigen Substratdicke • Thermoelemente zur Bestimmung des konvektiven Wärmestroms 12 • Messung zeitlich veränderlicher Drücke mit schnellen piezoelektrischen und piezoresistiven Drucksonden 13 • Digitale Signalverarbeitung • Anforderungen an die Hardware 14 • Klassifizierung von Signalen

	• Beschreibung stochastischer Signale im Zeit- und Frequenzbereich • Korrelationsfunktionen, Abstasttheorem 15 • Labordemonstration Wärmestrom- und Druckmesstechnik
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind vertraut mit den wichtigsten Mess- und Visualisierungsmethoden der Strömungsmesstechnik, besonders im Hinblick auf Kurzzeitanwendungen. • Sie sind in der Lage, diese selbständig zu analysieren und deren Genauigkeiten sowie Fehlereinflüsse abzuschätzen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsumdruck
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Karl Alexander Heufer
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Kurzzeitströmungsmesstechnik (401168401)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Kurzzeitströmungsmesstechnik	2. Semester	1. Semester	-	1
Übung Kurzzeitströmungsmesstechnik	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Laserstrahlquellen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014348
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: • Laser in 3 Bildern 2 • Laser Exkurs I: • Materie und aktives Medium 3 • Laser Exkurs II: • Licht und Resonator 4 • Licht: • Wellenoptik/SVE-Näherung • Geometrische Optik 5 • Gaußscher Strahl: • Strahlparameterprodukt/Strahlqualität • ABCD-Gesetz 6 • Resonatoren: • g-Parameter-Diagramm • Longitudinale/transversale Resonatormoden 7 • Materie: • Planck'scher Strahler • Atommodelle 8 • Aktives Medium: • Einsteinsche Ratengleichungen • Lichtwellenleiter 9 • Gaslaser: • Excimer-Laser • CO2-Laser 10 • Festkörperlaser: • Diodenpumpen • Nd:YAG-Laser 11 • Diodenlaser:

	• Halbleiterstrukturen • Stacks 12 • Modulation 1: • Gain-Switching • Q-Switching 13 • Modulation 2: • Modelocking • Chirped Pulse Amplification 14 • Unternehmerische Aspekte optischer Technologien: • VC/Netzwerke • Betriebswirtschaftliche Aspekte/ Bsp. Laser Job Shop 15 • Zusammenfassung: • neuartige Strahlquellen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die maßgeblichen Modellvorstellungen von Licht und deren mathematisches Gerüst. • Sie können selbstständig Propagation und Umformung durch optische Komponenten berechnen. • Die Eigenschaften von Atommodellen und deren für die Entstehung von Licht wichtigen Eigenschaften sind qualitativ verstanden. • Optische Resonatoren und deren Wechselwirkung mit dem aktiven Medium können mit Hilfe von ABCD-Gesetz bzw. den Ratengleichungen berechnet werden. • Auf Basis dieser allgemeinen physikalischen Grundlagen sind Komponenten und deren Funktionsweise aller industriell relvanten Gas-, Festkörper- und Dioden-Lasersysteme bekannt und können z.T. selbstständig ausgelegt werden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Physik " Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Physik • Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
Literatur	• Vorlesungsskript Lasertechnik I • CD Lasertechnik
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. ;Constantin ;Häfner
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Laserstrahlquellen (401434801)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Laserstrahlquellen	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Laserstrahlquellen	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Anwendungen der Lasertechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011686
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: • Verbreitung der Lasertechnik/Markt • Überblick der verschiedenen Laserverfahren 2 • Werkzeug Laserstrahl: • Eigenschaften des Gaußschen Strahls • Strahlumformung und -transport 3 • Lasersysteme für die Materialbearbeitung: • Gas-/Excimer-Laser • Festkörper-/Diodenlaser 4 • Wechselwirkung von Laserstrahlung und Materie: • Fresnelsche Formeln • Inverse Bremsstrahlung 5 • Wärmeleitung im Werkstück: • Isolatoren/Metalle • Bsp.: Martensitisches Härten 6 • Oberflächentechnik: • Massentransport/Diffusion • Beschichten/Legieren/Dispergieren/Polieren 7 • Rapid Prototyping: • Lasergenerieren/Selective Lasermelting • Biegen 8 • Fügen: • Wärmeleitungsschweißen/Tiefschweißen • Löten 9 • Abtragen: • Bohren • Reinigen/Beschriften 10 • Schneiden: • Schmelzschneiden/Brennschneiden • Sublimierschneiden

	11 • Prozessüberwachung: • koaxiale Prozessüberwachung/akustische Prozessanalyse • Regelstrategien 12 • Messen: • Triangulation • Stoffanalyse 13 • Kommunikationstechnik und optische Datenspeicher: • Multiplexing/Glasfasernetze • CD/DVD/BlueRay 14 • Lebenswissenschaften und Medizintechnik: • Multiphotonenmikroskopie • Ophtalmologie 15 • Zusammenfassung: • neue Verfahren im Laborstadium • Ausblick
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die für die Materialbearbeitung wesentlichen Eigenschaften von Laserstrahlung und können diese berechnen. • Die wesentlichen Wechselwirkungen von Laserstrahlung und Materie und Transportprozesse innerhalb eines Werkstücks sind qualitativ verstanden und können für praxisrelevante Spezialfälle berechnet werden. • Alle industriellen Anwendungen der Lasertechnik sind in ihren Mechanismen bekannt und können in ihren Systemparametern voneinander abgegrenzt werden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Physik " Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Physik • Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
Literatur	• Vorlesungsskript Lasertechnik II • CD Lasertechnik
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Constantin Häfner
ECTS Credits	6

Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Anwendungen der Lasertechnik (40116861)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Anwendungen der Lasertechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Anwendungen der Lasertechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Leichtbau (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014342
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Einführung in den Leichtbau 1.1. Definition des Leichtbaus 1.2. Allgemeine Grundsätze des Leichtbaus 1.3. Werkstoffe im Vergleich 2. Statisch unbestimmte Systeme 2.1. Polplan 2.2. Kraftgrößenverfahren 2.3. Reduktionssatz 3. Balken unter Schubbelastung 3.1. Querkraftschub an dünnwandigen allgemein geschlossenen Querschnitten 3.2. St.-Venantsche Torsion 3.3. Wölbkrafttorsion 4. Physikalische Nichtlinearität: Plastische Biegung und Fließgelenktheorie 5. Verbundträger 6. Balkentheorie unter großen Verformungen (Th. II. Ordnung) 7. Stabilität von Stabtragwerken und Biegedrillknicken 8. Tragwerke des Leichtbaus 8.1. Schubfeldtheorie 8.2. Ebener Schubfeldträger 8.3. Dreigurtscheibe zur Verbindungsberechnung
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden lernen • die grundlegenden Prinzipien, um Strukturen im Sinne des Leichtbaus zu optimieren, • die Schnittgrößenberechnung statisch unbestimmter Systeme, • die Schubspannungsberechnung dünnwandiger geschlossener Querschnitte, • die strukturmechanische Behandlung der physikalischen Nichtlinearität, • die Berechnung von Verbundträgern, • die strukturmechanische Behandlung der geometrischen Nichtlinearität, • die rechnerische Behandlung von Stabilitätsphänomenen, • die strukturmechanischen Eigenschaften und Besonderheiten der Tragwerke des Leichtbaus Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden können nach Belegung des Moduls • das Tragverhalten von Strukturen analysieren, • auf der Basis dessen das Tragsystem einer Struktur leichtbaugerecht entwerfen, • die Spannungsverläufe unter sämtlichen Belastungen von Tragstrukturen des Leichtbaus berechnen, • das geometrisch und physikalisch nichtlineare Verhalten von Stabwerken berücksichtigen, • eine Gewichtsoptimierung von Tragstrukturen durchführen, • die Berechnungsergebnisse numerischer Rechenprogramme für die Strukturanalyse interpretieren und auf Plausibilität überprüfen. • innerhalb von ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen Anwendungen aus dem Leichtbau identifizieren, Lösungsvorschlage erarbeiten, die ermittelten Ergebnisse bewerten und nach außen hin vertreten.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: - Mechanik I und II - Werkstoffkunde I und II - Maschinengestaltung - Höhere Mathematik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): • Mechanik I und II • Werkstoffkunde I und II • Maschinengestaltung • Höhere Mathematik
Literatur	• Hertel, H.: Leichtbau, Springer Verlag, 1960 • Wiedemann, J.: Leichtbau, Band I: Elemente, Springer Verlag, 1986 • Wiedemann, J.: Leichtbau, Band II: Konstruktion, Springer Verlag, 1989 • Czerwenka, G., Schnell, W.: Einführung in die Rechenmethoden des Leichtbaus, Band 1 und 2, BI-Hochschultaschenbücher • Roark, R. J., Young, W. C.: Formulas for Stress and Strain, McGraw-Hill, 1975 • Jones, R. M.: Mechanics of Composite Materials, McGraw-Hill, 1975 • Bruhn, E. F.: Analysis and Design of Flight Vehicles Structures • Niu, M. C. Y.: Airframe Structural Design, Conmilit Press Ltd., 1988
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Leichtbau (401434201)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Leichtbau	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Leichtbau	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Solartechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014820
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Die Vorlesung gibt einen Einstieg in das Thema Solartechnik. Dabei vermittelt sie zunächst die notwendigen physikalischen Grundlagen und Begriffe bezüglich Sonnenstand, Helligkeitsverteilung, Spektrum, Exergie, Strahlungstransport in der Atmosphäre etc. Sie geht dann auf die unterschiedlichen Möglichkeiten von photothermischer, photoelektrischer und photochemischer Umwandlung der solaren Strahlung ein. Der Schwerpunkt der Vorlesung liegt auf der photothermischen Umwandlung. Dabei werden die Umwandlungs- und Verlustmechanismen von Strahlung bis zum Wärmeträger erläutert. Darüber hinaus werden die Grundlagen zur Konzentration von Solarstrahlung vermittelt und es wird auf die Bauweise unterschiedlicher Konzentratoren und Kollektoren eingegangen. Ausführlich werden die unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten der Wärmeenergie auf unterschiedlichen Temperaturniveaus präsentiert. Diese reichen von der Beheizung von Schwimmbädern bis zur solarthermischen Stromerzeugung mit unterschiedlichen Technologien. Das letztere Thema wird dabei vertieft dargestellt. Die optimale Einkopplung in unterschiedliche Kreisprozesse, die Bau- und Betriebsweisen von Solarkraftwerken und die Bauweisen von thermischen Energiespeichern werden erläutert. Auf die Strategien zur Kostenoptimierung bei der Auslegung solcher Systeme wird eingegangen. Im Rahmen der Übung sollen die Studenten an Beispielen lernen, wie der Energieertrag insbesondere bei thermischen Solarsystemen bestimmt und optimiert werden kann. Insbesondere wird auf die Optimierung von Kraftwerksschaltungen eingegangen, in die die Solarenergie eingekoppelt wird. Im Rahmen der Übung erfolgt auch eine optionale Exkursion zum Standort des DLR-Instituts für Solarforschung in Köln-Porz.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die grundlegenden Theorien der Wärmeübertragung, Strömungstechnik, Thermodynamik, Optik und Halbleitertechnik, die zur Auslegung von Solarsystemen benötigt werden. • Sie können die Funktionsweise dieser Systeme erklären und sind in der Lage diese Systeme für bestimmte Betriebsrandbedingungen und Standorte auszulegen. • Sie sind in der Lage Modelle zu entwickeln um die Leistungsfähigkeit von neuen Konzepten zu analysieren und diese zu bewerten. • Sie sind in der Lage Solarsysteme nach unterschiedlichen Kriterien zu optimieren und hinsichtlich seiner Anwendbarkeit zu bewerten. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Sie erlernen numerische Werkzeuge am PC zur Unterstützung dieser Fähigkeiten effizient einzusetzen • Sie können Probleme und ihre Lösung nachvollziehbar dokumentieren
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen : - Thermodynamik I - Wärme- und Stoffübertragung I - Kraftwerksprozesse
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Thermodynamik I • Wärme- und Stoffübertragung I

	• Kraftwerksprozesse
Literatur	• Folien der Vorlesung (ca. 500) • J.A. Duffie, W.A. Beckmann Solar Engineering of Thermal Processes John Willey &; Sons, Inc, New York; ISBN 0471510564 • C.J. Winter R.L. Sizmann, L.L. Vant-Hull Solar Power Plants, gebundene Ausgabe,; Springer Verlag; Berlin; 3-540-18897-5 • M. Kleemann, M. Meliß Regenerative Energiequellen, 2.Aufl, Springer, Berlin , ISBN 3-540-55085-2
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Pitz-Paal
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Solartechnik (401482001)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Solartechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Solartechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Thermodynamik der Gemische (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010855
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung in die Grundideen der Gemischthermodynamik • Definition des thermodynamischen Systems und der Systemgrenzen • Grafische Darstellung und Beschreibung des pVT-Verhaltens reiner Stoffe 2 • Materialgleichungen zur Beschreibung des pVT-Verhaltens reiner Stoffe: die Idealgasgleichung, die Virialgleichung, die Van-der-Waals-Gleichung • Ableitung des Korrespondenzprinzips anhand der Van-der-Waals-Gleichung, Darstellung der Bedeutung des Korrepondenzprinzips • Notwendigkeit über Materialgleichungen hinausgehender thermodynamischer Beziehungen für Gemische 3 • Ableitung benötigter mathematischer Grundzusammenhänge • Zustandsänderungen im offenen System • Fundamentalgleichungen der Thermodynamik 4 • Differentielle Beziehungen zwischen den Zustandsgrößen • Allgemeine Phasengleichgewichtsbeziehung, Gibbs'sche Phasenregel 5 • Phasengleichgewichte in reinen Stoffen • Bedingungen für die Stabilität eines thermodynamischen Systems 6 • Die Fundamentalgleichung A(T,V,xi) als Basis für Zustandsgleichungen • Herleitung und Bedeutung der einzelnen Terme 7 • Ableitung der Beziehungen für das chemische Potential, Einführung der Größen Fugazität und Fugazitätskoeffizient • Beschreibung von Phasengleichgewichten mit diesen Größen 8 • Vorstellung und Diskussion von gebräuchlichen Zustandsgleichungen: Modifikationen der Virialgleichung, kubische Zustandsgleichungen, nicht-kubische Modifikationen der Van-der-Waals-Gleichung 9 • Einführung partiell molarer Größen und Beziehungen für diese • Vorstellung der Terme für die Fundamentalgleichung G(T,p,xi) 10 • Berechnung von Phasengleichgewichten mit GE-Modellen • Modelle zur Beschreibung von GE: Wilson-Ansatz, NRTL, UNIQUAC, UNFAC. 11

	• Molekulare Eigenschaften: Molekülgeometrie, Van-der-Waals-Wechselwirkung, polare Komponenten, Wasserstoffbrückenbindung, Ionen, Polymere 12 • Messmethoden für Phasengleichgewichte • Gibbs-Duhem-Gleichung für die Konsistenzprüfung • Messung der Mischungsenthalpie 13 • Das Verhalten realer Reinstoffe und Gemische • Dampf-Flüssigkeits- und Flüssig-Flüssig-Gleichgewichte in Zweistoffgemischen • Dreiecksdiagramm für ternäre Mischungen 14 • Herleitung der grundlegenden Beziehung für chemisches Gleichgewicht, Gibbs'sche Phasenregel • Anwendung der allgemeinen Beziehung auf reale Gemische mit Zustandsgleichungen und GE-Modellen 15 • Gleichgewicht bei heterogener Reaktion • Gleichgewicht simultaner Reaktionen • Reaktionskinetik von Elementarreaktionen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden können zur Beschreibung von sowohl Phasen- als auch chemischen Gleichgewichten in Gemischen eine angemessene Methode selbständig auswählen und anwenden. • Sie beherrschen die dazu nötigen thermodynamischen Grundlagen und die wesentlichen Materialgleichungen, insbesondere Zustandsgleichungen und GE-Modelle. • Die Studierenden haben Vorstellungen von der Struktur von Molekülen und ihren Wechselwirkungen entwickelt, die es ihnen erlauben, diese Materialgleichungen für konkrete Anwendungen zu bewerten, geeignete auszuwählen und zur Modellierung anzuwenden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen. " Thermodynamik I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Thermodynamik I Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Thermische Verfahrenstechnik • Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen • Prozessintensivierung und Thermische Hybridverfahren
Literatur	• Buch zur Vorlesung: Thermodynamik der Gemische, A. Pfennig, Springer, 2004, ISBN: 3-540-02776-9
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Kai Leonhard
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Thermodynamik der Gemische (401085501)	1. Semester	2. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Thermodynamik der Gemische	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Thermodynamik der Gemische	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Kolbenarbeitsmaschinen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011157
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung • Historie • Grundlagen 2 • Grundsätzlicher Aufbau • Einteilungskriterien für Kolbenarbeitsmaschinen 3 • Einteilungskriterien für Kolbenarbeitsmaschinen 4 • Grundlagen Antriebsleistungsberechung • Strömungs- und Erwärmungsverluste in Verdichtern • Innere und äußere Verdichtung 5 • 1. Gastvorlesung Dr. Schon Ford Forschungszentrum Aachen • Einsatz von Kompressoren im Motorenbau 6 • 2. Gastvorlesung Dr. Schorn Ford Forschungszentrum Aachen • Einsatz von Kompressoren im Motorenbau 7 • Kenngrößen der Verdichter • Fördermengen 8 • Verdichterberechung unter Berücksichtigung von Realgasverhalten • Feuchte Luft 9 • Exkursion zu einem Kolbenkompressorenhersteller in der Nähe von Aachen 10 • Mehrstufige Verdichtung • Regelung der Verdichter 11 • Berechung der Kolbenpumpen 12 • Pumpenleistung • Kavitation 13 • Berechung maximaler Saughöhen

	14 • Windkesselauslegung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Vielfaltigkeit und Variationsbreite von Kolbenarbeitsmaschinen. • Die Studierenden können Kolbenarbeitsmaschinen nach festgelegten Konstruktionsmerkmalen einteilen und bewerten. • Sie kennen die Grundsätze der Verdichter- / Pumpenberechung und können diese zur Auslegung von Kolbenarbeitschmschinen anwenden. • Die Studierenden kennen die Problematik der Regelung und können verschiedene Regelungsarten bezüglich ihrer Vor- und Nachteile bewerten. • Die Studierenden kennen die Eigenschaften von realen Gasen und feuchter Luft und berücksichtigen diese bei Verdichterberechnungen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Skript zur Vorlesung und Übungsumdruck
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Kolbenarbeitsmaschinen (401115701)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Kolbenarbeitsmaschinen	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Kolbenarbeitsmaschinen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechtes (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013314
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	In der Vorlesung werden alle wichtigen Informationen rund um das deutsche Patent- und Gebrauchsmusterrecht vermittelt. Die Studentinnen und Studenten werden insbesondere mit der Erteilung, Wirkung und Durchsetzung von Patenten und Gebrauchmustern bekannt gemacht. Weitere Schwerpunkte sind das Lizenzvertragsrecht und das Recht an Arbeitnehmererfindungen. Die Vorlesung richtet sich an insbesondere Ingenieurinnen und Ingenieure, die in ihrem Berufsleben zukünftig mit Fragestellungen aus dem Bereich des gewerblichen Rechtsschutzes, insbesondere im Zusammenhang mit Patent und Gebrauchsmustern, in Berührung kommen. Ziel der Vorlesung ist es, das notwendige Basiswissen zu vermitteln, das für die tägliche Arbeit im Beruf bei Umgang mit Patenten und Patentfachleuten erforderlich ist. In der Übung wird der Stoff der Vorlesung anhand von praxisnahen Fallgestaltungen in Vortrag und Diskussion aktualisiert und vertieft.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: siehe Inhalt
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Skript zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 100 % entweder aus der Note der mündlichen Prüfung oder aus der Note der Klausur. (je nach Teilnehmerzahl)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechtes (401331401)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechtes	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechtes	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Einführung in Laseranwendungen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010184
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung in die Lasertechnik • Anwendungsgebiete der Lasertechnik in der Produktion, Lasermarkt • Laserprinzip: Laser in drei Bildern, Aktives Medium, Besetzungsinversion, Nichtlineare Verstärkung, Resonator 2 • Strahlquellen für die Lasermaterialbearbeitung • Gaslaser, Festkörperlaser, Halbleiterlaser; Beispiele: CO2-Laser, Nd:YAG-Laser, Diodenlaser • Wellenlänge/Frequenz, Leistung/Energie, Pulsdauer, Wirkungsgrad 3 • Charakterisierung des Laserstrahls als Werkzeug in der Lasertechnik • Gaußscher Strahl, Intensitätsverteilung, Strahlqualität • Ausbreitung und Strahlformung von Laserstrahlung • Lichtwellenleiter • Parameterfeld für die Lasermaterialbearbeitung 4 • Physikalische Grundlagen der Lasermaterialbearbeitung • Reflexion, Transmission und Absorption • Temperatur, Wärmeleitung • Massendiffusion; Beispiel Härten 5 • Trennen und Fügen • Wärmeleitungsschweißen, Tiefschweißen, Hybridschweißen, Kunststoffschweißen • Löten mit Diodenlasern • Abtragen durch Schmelzaustrieb, Abtragen durch Sublimation, Bohrtechniken • Laserstrahlschmelzschneiden, Laserstrahlsublimierschneiden, Laserstrahlbrennscheiden 6 • Oberflächentechnik • Härten • Umschmelzen • Legieren • Beschichten • Reinigen • Polieren • Rapid Prototyping Verfahren: Laserstrahlgenerieren (LG), Selektiv Laser Melting (SLM), Selektive Laser Sintering (SLS), Laminated Object Manufacturing (LOM), Stereolithographie (SL) 7 • Lasermesstechnik • Triangulation, Lichtschnittverfahren • Holografie, Interferometrie • Spektroskopie • Neue Anwendungen aus den Bereichen Biophotonik und Mikrotechnik.

Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten kennen die grundlegenden Eigenschaften des Gaußschen Strahls und können seine Propagation und die Umformung mit einfachen optischen Systemen berechnen. • Sie kennen den prinzipiellen Aufbau von Gas-, Festkörper- und Diodenlasern und verstehen die Funktionsweise der einzelnen Komponenten der Laserstrahlquellen. • Den Studenten sind die grundlegenden Wechselwirkungen von Laserstrahlung mit Materie sowie aller derzeit in der industriellen Produktion verbreiteten Verfahren der Lasermaterialbearbeitung und Messtechnik bekannt. • Sie kennen die typischen Verfahrensparameter der Laseranwendungen und können selbstständig ein gewünschtes Verfahrenergebnis in den Stand der Technik einordnen. Nicht fachbezogen: • Die Studenten sind in der Lage vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: " Dieses Modul kann nicht belegt werden, wenn das Modul "Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen" parallel belegt wird oder im letztgenannten Modul bereits eine Prüfung abgelegt wurde oder ein Fehlversuch vorliegt. Empfohlene Voraussetzungen: " Physik
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • Dieses Modul kann nicht belegt werden, wenn das Modul "Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen" parallel belegt wird oder im letztgenannten Modul bereits eine Prüfung abgelegt wurde oder ein Fehlversuch vorliegt. Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Physik
Literatur	• Vorlesungsskript Lasertechnik I • Vorlesungsskript Lasertechnik II • CD Lasertechnik
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Constantin Häfner
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	30,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündliche Prüfung Einführung in Laseranwendungen (401018401)	1. Semester	2. Semester	2	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in die Laseranwendungen	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Einführung in die Laseranwendungen	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Laser in Bio- und Medizintechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011559
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Übersicht Laserverfahren in Medizin, Medizintechnik, Biotechnologie und Chemie • Verfahrenseinordnung zu alternativen Prozessen • Marktsituation 2 • Grundlagen Eigenschaften Licht - Wiederholung • Technologien zur Mikro- und Nanoskalierung von Licht • Optische Systeme zur Anregung und Detektion 3 • Grundlagen Wechselwirkung Licht Materie - Wiederholung • Strahlungstransport und Absorption in biologischen Materialien • Energietransport 4 • Wirkmechanismen in biologischen Materialien • Zellspezifische Wirkung von Laserstrahlung • Gewebespezifische Wirkung von Laserstrahlung 5 • Laserverfahren für medizintechnische Produkte • Lasergestützte generative Verfahren zur Implantatherstellung • Mikrostrukturierung für medizinische Instrumente 6 • Laser-Mikrofügetechnik für medizinische und biotechnische Produkte • Laserunterstützte Oberflächenmodifikation • Photochemische Funktionalisierung von Implantaten 7 • Laser in der Therapie • Laser in der Weichgewebechirurgie • Laser in der Hartgewebechirurgie 8 • Laser in der Ophtalmologie • Photodynamische Therapie • Laserinduzierte Thermotherapie 9 • Laserverfahren in der medizinischen Diagnostik • Fluoreszenzverfahren • Optische Kohärenztomographie 10 • Laserverfahren in der Biotechnologie • Verfahren zur Herstellung biotechnologischer Komponenten • Funktionalisierung von Biochips

	11 • Zellbasierte Laserverfahren • Zellmanipulation • Optische Pinzette 12 • Nanochirurgie in Zellen und Zellkompartimenten • Lasertranspektion und photonische Genmanipulation • Proteinmanipulation mit Laserstrahlung 13 • Laserverfahren in der Bioanalytik • Fluoreszenzspektroskopie • Oberflächen-Plasmonen-Resonanz- und Interferenzspektroskopie 14 • Laserverfahren in der Chemie • Photochemische Prozesse • Femtochemie 15 • Laborexkursion • Klinikumsexkursion
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die wichtigen wesentlichen Eigenschaften von Laserstrahlung, deren Nutzung für Anwendungen in Medizin, Biotechnologie und Chemie und können diese berechnen. • Die unterschiedlichen Wechselwirkungsmechanismen von Laserstrahlung mit biologischen Materialien und Materie sowie in der Nutzung des Werkzeugs Photon für photochemische Verfahren sind qualitativ verstanden und können den verschiedenen Verfahren zugeordnet werden. • Wirkungsmechanismen für verschiedene Gewebetypen und Wechselwirkungen mit biologischen Medien und chemischen Verbindungen können für praxisrelevante Spezialfälle beschrieben und berechnet werden. • Wichtige Anwendungen von Lasern in der Medizin sind bekannt und können im Kontext einer Anwendung des Lasers in den Lebenswissenschaften eingeordnet werden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Physik " Laser in der Mikrotechnik " Medizintechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Physik • Laser in der Mikrotechnik • Medizintechnik
Literatur	• Skript • CD
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Constantin Häfner Dr.-Ing. Arnold Gillner
ECTS Credits	6

Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Laser in Bio- und Medizintechnik (401155901)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Laser in Bio- und medizintechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Laser in Bio- und Medizintechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Mikro-/Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011688
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Übersicht Laserverfahren in Mikro-, Medizin- und Nanotechnologie • Verfahrenseinordnung zu alternativen Prozessen • Marktsituation 2 • Grundlagen Eigenschaften Licht - Wiederholung • Technologien zur Mikro- und Nanoskalierung von Licht • Abgrenzung Einsatzfelder Laserstrahlquellen für Mikro- und Nanotechnik 3 • Grundlagen Wechselwirkung Licht Materie - Wiederholung • Absorptionsprozesse: Metalle, Halbleiter, Keramik, Kunststoff • Photochemie Grundlagen 4 • Transportprozesse auf der Mikro- und Nanoskala • Kollektive Phänomene • Multiphasenprozesse 5 • Kurzpulswechselwirkung • Nichtlineare Wechselwirkungsprozesse • Selbstfokussierung 6 • Lithographieverfahren • Auflösungsgrenze - Grundlagen und Technologien • Technische Systeme 7 • Interferenzverfahren zur Nanostrukturierung • Laserinduzierte Photochemische und Photothermische Prozesse • Optische Nahfeldbearbeitung 8 • Mikroabtrag mit Laserstrahlung - Verfahrensvarianten • Mikrobohren • Photochemisch unterstützte Ätzverfahren 9 • Mikrofügen mit Laserstrahlung - Verfahrensvarianten • Mikroschweißen und Mikrolöten • Schmelzfreie Mikroverbindungstechnik 10 • Laserstützte Mikro- und Nanobeschichtung • Laser-CVD • Laser-PLD

	11 • Photochemische und Photothermische Mikro-Werkstoffmodifikation • Oberflächen-Photochemie • Bulk-Modifikation transparenter Werkstoffe 12 • Laser- und Laserverfahren für mikrooptische Bauelemente • Mikrosystemtechnische optische Komponenten • Photonische Kristalle - Grundlagen und Verfahren zur Herstellung 13 • Photopolymerisation • Nichtlineare Wechselwirkungen in Fluiden • Biotechnologische Anwendungen von Laserverfahren 14 • Maschinentechnik zur Laser-Mikrobearbeitung • Optische Systemtechnik zur Mikro- und Nanostrukturierung • Prozesskontrolle 15 • Anwendungsbeispiele • Laborexkursion
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten kennen die für die Mikrobearbeitung mit Laserstrahlung notwendigen und wichtigen wesentlichen Eigenschaften von Laserstrahlung, deren Nutzung für die Mikro- und Nanotechnik und können diese berechnen. • Die unterschiedlichen Wechsel-wirkungsmechanismen von Laserstrahlung und Materie bei der Mikro- und Nanobearbeitung sowie in der Nutzung des Werkzeugs Photon für photochemische Verfahren sind qualitativ verstanden und können den verschiedenen Verfahren zugeordnet werden. • Transportprozesse in der Festphase, der Flüssigphase und der Gasphase können für praxisrelevante Spezialfälle berechnet werden. • Wichtige Anwendungen von Lasern in der Mikrotechnik sind bekannt und können im Kontext einer Mikroproduktionstechnik eingeordnet werden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studenten sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Physik " Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Physik • Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
Literatur	• Skript Laser in der Mikrotechnik • CD
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Constantin Häfner
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Mikro-/ Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung (401168801)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mikro-/ Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Mikro-/Nanofertigungstechnik mit Laserstrahlung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011013
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Einführung in die Eigenschaften und das Layout optischer Systeme 1 • Elektromagnetische Wellen • Analogie mechanische/optische Wellen, • Maxwellgleichungen, Wellengleichung, ebene Wellen, Kugelwellen, • Huygenssches Prinzip, • Reflexion/Transmission, Polarisation 2 • Strahlenoptik (paraxiale Optik) • Abgrenzung: Beugungsoptik-Strahlenoptik, • Konstruktion von Abbildungsstrahlengängen, Matrixformalismus • Helmholtz-Lagrange-Invariante, f/# - Zahl und numerische Apertur • Kardinalpunkte und Hauptebenen 3 • Aberrationen • Aperturen und Pupillen, • Optische Weglängendifferenz (OPD), • Seidelsche Aberrationstheorie,• Chromatische Aberration, Korrekturprinzipien 4 • Ray-Tracing • Prinzip des Ray-Tracing, • Aberrationsdiagramme, • Abbildungsleistung optischer Systeme 5 • Optisches Layout und Optimierung • Vorgehen beim Optik Design, Merrit Funktion • Grundformen optischer Systeme 7 • Optische Werkstoffe • Grundlagen der linearen Dispersion, • Eigenschaften optischer Gläser,• Metallspiegeloptiken, • Kunststoffe als optische Materialien, • GRIN – Komponenten, • Doppelbrechung 8 • Interferenz und Beugung • Zweistrahlinterferenz, Vielstrahlinterferenz, • optische Schichten, • Beugung, Fresnel-Beugung, Fernfeld und Nahfeld 9 • Einführung in die Lasertechnik

• Anwendungsgebiete der Lasertechnik in der Produktion, Lasermarkt
• Laserprinzip: Laser in drei Bildern, Aktives Medium, Besetzungsinversion, Nichtlineare Verstärkung, Resonator

10
• Strahlquellen für die Lasermaterialbearbeitung
• Gaslaser, Festkörperlaser, Halbleiterlaser; Beispiele: CO2-Laser, Nd:YAG-Laser, Diodenlaser
• Wellenlänge/Frequenz, Leistung/Energie, Pulsdauer, Wirkungsgrad

11
• Charakterisierung des Laserstrahls als Werkzeug in der Lasertechnik
• Gaußscher Strahl, Intensitätsverteilung, Strahlqualität
• Ausbreitung und Strahlformung von Laserstrahlung
• Lichtwellenleiter
• Parameterfeld für die Lasermaterialbearbeitung

12
• Physikalische Grundlagen der Lasermaterialbearbeitung
• Reflexion, Transmission und Absorption
• Temperatur, Wärmeleitung
• Massendiffusion; Beispiel Härten

13
• Trennen und Fügen
• Wärmeleitungsschweißen, Tiefschweißen, Hybridschweißen, Kunststoffschweißen
• Löten mit Diodenlasern
• Abtragen durch Schmelzaustrieb, Abtragen durch Sublimation, Bohrtechniken
• Laserstrahlschmelzschneiden, Laserstrahlsublimierschneiden, Laserstrahlbrennscheiden

14
• Oberflächentechnik
• Härten
• Umschmelzen
• Legieren
• Beschichten
• Reinigen
• Polieren
• Rapid Prototyping Verfahren: Laserstrahlgenerieren (LG), Selektiv Laser Melting (SLM), Selektive Laser Sintering (SLS), Laminated Object Manufacturing (LOM), Stereolithographie (SL)

Lernziele/Lernergebnisse

Fachbezogen:
• Die Studierenden kennen die grundlegenden Eigenschaften und Berechnungsverfahren der paraxialen Optik und die Abbildungsfehler bei nicht-paraxialer Optik und können diese Verfahren einsetzen. Sie kennen weiterhin das Ray-Tracing-Verfahren zum Entwurf und zur Optimierung technischer optischer Systeme. Die Studierenden sind in der Lage, diese strahlenoptischen Verfahren abzugrenzen von wellenoptischen Verfahren, die beispielsweise bei der Auslegung beugungsbegrenzter Systeme und von Lasern zu Einsatz kommen. Die Studenten kennen die grundlegenden Eigenschaften des Gaußschen Strahls und können seine Propagation und die Umformung mit einfachen optischen Systemen berechnen. Sie kennen den prinzipiellen Aufbau von Gas-, Festkörper- und Diodenlasern und verstehen die Funktionsweise der einzelnen Komponenten der Laserstrahlquellen. Den Studenten sind die grundlegenden Wechselwirkungen von Laserstrahlung mit Materie sowie aller derzeit in der industriellen Produktion verbreiteten Verfahren der Lasermaterialbearbeitung und Messtechnik bekannt. Sie kennen die typischen Verfahrensparameter der Laseranwendungen und können selbstständig ein gewünschtes Verfahrenergebnis in den Stand der Technik einordnen.

Nicht fachbezogen:
• Die Studenten sind in der Lage vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)

Notwendige Voraussetzungen:
" Dieses Modul kann nicht belegt werden, wenn eines der Module "Einführung in Laseranwendungen" oder "Einführung in optische Systeme für die Produktion" parallel belegt wird oder in einem der zwei letztgenannten Module bereits eine Prüfung abgelegt wurde oder ein Fehlversuch vorliegt.
Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):

	" Physik (für Maschinenbauer)
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • Dieses Modul kann nicht belegt werden, wenn eines der Module "Einführung in Laseranwendungen" oder "Einführung in optische Systeme für die Produktion" parallel belegt wird oder in einem der zwei letztgenannten Module bereits eine Prüfung abgelegt wurde oder ein Fehlversuch vorliegt. Empfohlene Voraussetzungen: • Vorlesung „Physik für MB“
Literatur	• Vorlesungsunterlagen „Technologie optischer Systeme“ • Vorlesungsskript Lasertechnik I • Vorlesungsskript Lasertechnik II • CD Lasertechnik
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Constantin Häfner Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Carlo Holly
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen (401101301)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Konstruktion und Anwendung von Lasern und optischen Systemen	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Konstruktion und Anwendung von Lasern und optischen Systemen	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Computerunterstützte Chirurgietechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013310
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in die Chirurgie und Chirurgietechnik • Historie, Aufgaben und Zielsetzung, „minimal-invasive Chirurgie“ • Arbeitsplatz Operationssaal • chirurgische Instrumenten- und Gerätetechnik (Überblick) 2 • Randbedingungen • Hygiene • Technische Sicherheit • Gesetzliche und normative Anforderungen 3-5 • Datenakquisition/Perzeption • Bildgebungsverfahren für die Chirurgie (2-3D Fluoroskopie, CT, (Open)MR, Ultraschall, Endoskopie,...) kontextspezifische Charakteristika, Verfahren, Einbindung in den intraoperativen Arbeitsablauf, Anwendungsgebiete • intraoperative Messtechnik (3D-Lage- und Kraftsensorik, …), „Smart Instruments“ • Weitere Daten-/Informationsquellen (morphologische und funktionelle Atlanten, Implantatdatenbanken, statistische Modelle,…) 6-7 • Extraktion und Kombination von Information/Kognition I • Signal- und Bildanalysetechnik, Segmentierung (Grundlagen) • multimodale Referenzierungsverfahren (PTP, ICP, starr/elastisch) 8-9 • Kognition II/Planung • prä- vs. intraoperative Planungssysteme: Grundlagen und Anwendungen (Orthopädie und Unfallchirurgie, Dental- und kraniofaziale Chirurgie, Neuro- und Strahlentherapie,…); • Fertigung und Anwendung physikalischer Planungsmodelle, • computerassistierte Planung und Fertigung individueller Implantate und Vorrichtungen (CASP/CAM) 10-12 • Ausführung I/Navigationstechnik • Stereotaxie • intraoperative Registrierungsverfahren (mechanische/kinematische, optische, ultraschalltechnische und fluoroskopische Verfahren, 3D-Morphing) • dynamische Referenzierung, Messtechnik, medizinische und technische Limitierungen und Trends • Planungsbasierte Leistungsregelung (Navigated Control) • bildbasierte und bildlose Navigation • Mensch-Maschine-Interaktion/ Limitierungen 13 • Ausführung II/ Robotik • Systeme und Sicherheitskonzepte chirurgischer Robotersysteme; Baufor-men, Kinematik • semiaktive/synergistische und aktive Robotersysteme; • Anwendungen: Roboter in Orthopädie, Neurochirurgie und Strahlen¬therapie,… • Entwicklungen und Trends

	14 • Chirurgische (Tele-)Manipulatoren • Anforderungen MIC • Bauformen, Kinematik, Systeme • Anwendungen und technische Besonderheiten • Herausforderungen, Limits, Trends 15 • Repetitorium (bei Bedarf)
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen Grundlagen, Entwicklung und Trends der computerunterstützten Chirurgie und die Besonderheiten des medizinisch-technischen Kontextes • Die Studierenden kennen grundlegende technologische Komponenten und Verfahrensschritte und können deren Funktionsweise in Grundzügen erläutern • Die Studierenden kennen die für die computerunterstütze Chirurgie zum Einsatz kommenden multimodalen Datenquellen und Aufnahmeverfahren und können deren in diesem Kontext wichtigen grundlegenden Charakteristika und Limitierungen erläutern. • Die Studierenden kennen und verstehen Verfahren zur Extraktion und Kombination multimodaler Informationen auf Basis von Signal- und Bildanalyseverfahren sowie Referenzierungsverfahren und können diese erläutern. • Die Studierenden können das erlernte Wissen an Beispielen praktisch umsetzen und experimentell erproben. • Die Studierenden kennen und verstehen Grundlagen und Techniken der computergestützten Planung und rechnergestützen Fertigung von physikalischen Individualplanungsmodellen und können diese erläutern • Die Studierenden kennen und verstehen Komponenten und Verfahren der intraoperativen Referenzierung und Navigation sowie deren theoretische Grundlagen, Charakteristika und Limitierungen, können diese erläutern und beispielhaft anwenden. • Die Studierenden kennen Ausführungsformen, Charakteristika und Anwendungen von Roboter- und Manipulatorsystemen in der Chirurgie und können diese erläutern. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • In praktischen Übungen können die Studierenden erlerntes Wissen u.a. zu Mathematik, Messtechnik, Bildverarbeitung, Mechanik und Programmierung in C++ an Beispielen auf Basis einer selbständigen (angeleiteten) Problemanalyse praktisch umsetzen und experimentell erproben (Methodenkompetenz). • Die programmtechnische Implementierung und experimentelle Erprobung in den Übungen erfolgt teilweise in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Medizintechnik I " Einführung in die Medizin (Baumann) " Physik und Mathematik " Grundvorlesungen im Maschinenbau
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Medizintechnik I • Einführung in die Medizin (Baumann) • Physik, Mathematik • Grundvorlesungen Maschinenbau
Literatur	(am Lehrstuhl einsehbar; leider keine klassischen Lehrbücher verfügbar): 1. • Konermann W. et al.: Navigation und Robotik in der Gelenk- und Wirbelsäulenchirurgie. Springer Verlag 2003 2. • Kramme, R.: Medizintechnik. Verfahren, Systeme und Informationssysteme, 2. Aufl., Springer Verlag 2002 3. • Taylor, R.H.: Computer Integrated Surgery – Technology and Clinical Applications. MIT Press, Cambridge, MA, 1996 4. • Fedtke St. et al.: Computerunterstützte Chirurgie. Vieweg Verlag, 1994 5. • Umdruck/Foliensammlung zur Vorlesung Zeitschriften (Beispiele): • 1. Journal of Computer Aided Surgery (Taylor&Francis) • 2. Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery (Wiley) (…zahlreiche weitere Zeitschriften zu Teilaspekten; besonders geeignete Artikel werden als Kopien in der Vorlesungen/Übung nach Bedarf bereitgestellt) Konferenzen (K.-bände mit ISBN; K. teilw. mit Studierendenwettbewerb): • 1. Computer Assisted Radiology and Surgery (CARS) • 2. Medical Computing and Computer Assisted Interventions (MICCAI) • 3. Computer Assisted Orthopaedic Surgery (CAOS) • 4. Computer und Roboter Assistierte Chirurgie (CURAC)
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Klaus M. Radermacher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computerunterstützte Chirurgietechnik (401331001)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Praktikum Computerunterstützte Chirurgietechnik	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014435
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Grundlagen & Bedeutung von Medizinproduktergonomie und Gebrauchstauglichkeit • Spezifische Randbedingungen & Risiken des Medizinprodukteinsatzes • Rechtlicher und normativer Rahmen, Verantwortung und Haftung • Beispiele von Benutzungsfehlern 2 • Ergonomie und Gebrauchstauglichkeit in Entwicklung, Zulassung und Betrieb von Medizinprodukten • Einführung in Medizinprodukterecht & medizintechnische Normung im nationalen und internationalen Zusammenhang (Europa, USA…) • Klassifizierung von Medizinprodukten • Zulassung und Betriebsüberwachung von Medizinprodukten / Zwischenfallmeldesysteme und -pflichten 3, 4 • System-Ergonomie in der Medizin: Grundlagen der Medizinproduktergonomie • Definitionen und Grundlagen der Ergonomie • Belastungs- / Beanspruchungsmodell • Wahrnehmung und mentale Modelle • Methoden ergonomischer Gestaltung und Bewertung • Besonderheiten im medizinischen Nutzungsumfeld 5, 6, 7 • Gestaltung und Bewertung medizinischer Arbeitsplätze • Charakterisierung medizinischer Arbeitsplätze • Methoden und Werkzeuge zur Analyse von Belastungen, Beanspruchungen und Risiken (z.B. für muskuloskeletale Langzeitschäden bei Ärzten und Pflegepersonal) • Ermittlung und Problemfelder des klinischen Workflows • Grundsätze ergonomischer / gebrauchstauglicher Gestaltung von Medizinprodukten 8, 9 • Mensch-Maschine-Interaktion im klinischen Nutzungskontext • Grundlagen der Mensch-Maschine-Interaktion • Kontextuelle Eignung verschiedener Mensch-Maschine-Schnittstellen zur Informationsein- und –ausgabe • Grundsätze medizintechnischer Dialoggestaltung • Alarme 10 • Risikomanagement für Medizinprodukte I • Definition und Bewertung des Risikos im klinischen Nutzungskontext • Normgerechter, integrierter Risikomanagementprozess • Planung und Durchführung einer System-Risikoanalyse • Klassifizierung und Auswirkungen von Gegenmaßnahmen 11 • Risikomanagement für Medizinprodukte II - Humaninduzierte Fehler • Ursachen, Klassifizierung und Auswirkungen menschlicher Fehler • Benutzer- vs. Benutzungsfehler, normative und rechtliche Sicht • Quantifizierung menschlicher Fehler 12 • Gebrauchstauglichkeit I • Grundlagen / Aspekte klinischer Gebrauchstauglichkeit • Konzept und Vorgehen im Usability-Engineering-Prozess / Einbindung in die Entwicklung medizintechnischer Produkte • Spezifikation der Gebrauchstauglichkeit (Nutzungskontext, Anwendercharakterisierung…) • Anwenderpartizipation 13 • Gebrauchstauglichkeit II • Spezifikation und Einfluss des Validierungsumfeldes • Methoden und Werkzeuge zur Verifizierung / Validierung klinischer Gebrauchstauglichkeit 14 • Vertiefung • Vertiefung ausgewählter Aspekte der Integration von Ergonomie und Gebrauchstauglichkeit in den Prozess der Medizinproduktentwicklung anhand verschiedener Fallbeispiele 15 • Repetitorium
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen den Zusammenhang und die Bedeutung von Mensch-Maschine-Interaktion, Ergonomie und Gebrauchstauglichkeit im Rahmen der Medizinproduktentwicklung, -zulassung und anwendung. • Sie sind mit den grundlegenden Verfahren zur ergonomischen Gestaltung und Bewertung medizinischer Arbeitsplätze vertraut und können entsprechende Werkzeuge im Zusammenhang mit Fallbeispielen anwenden. • Auf Basis ihrer Kenntnisse zu den spezifischen Randbedingungen des medizintechnischen Einsatzumfeldes sowie zu Verfahren und Methoden des medizintechnischen Risi-komanagements können die Studierenden Risiken und mögliche Gefährdungen des Medizinprodukteinsatzes ermitteln, einordnen und bewerten. Sie sind in der Lage, geeignete Gegenmaßnahmen zu entwickeln und ihre Wirksamkeit kritisch zu beurteilen. • Dabei verfügen sie insbesondere auch über Kenntnisse bzgl. der Mechanismen und Risiken klinischer Mensch-Maschine-Interaktion • Die Studierenden kennen Struktur und Ablauf des bzgl. der Medizinproduktentwicklung normativ verankerten Usability-Engineering-Prozesses und sind in der Lage, diesen auf entsprechende Produktentwicklungsvorgänge abzubilden.

	• Die Studierenden verfügen über Grundlagenkenntnisse bzgl. etablierter Verfahren, Methoden und Werkzeuge zur Erreichung und Überprüfung der Gebrauchstauglichkeit. Sie sind fähig, diese situativ angemessen auszuwählen und anzuwenden sowie die resultierenden Ergebnisse zu bewerten. • Die Studierenden kennen grundlegende Aspekte des Risikomanagements sowie Risikoanalyseverfahren und können diese auf ein Medizinprodukt anwenden • Die Studierenden kennen die Grundlagen des Konformitätsbewertungsverfahrens sowie der Klassifizierung von Medizinprodukten, können diese erläutern und auf einfache Beispiele anwenden und hieraus abzuleitende Anforderungen an Dokumentation, Qualitätsmanagement und Zulassung benennen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind in der Lage selbständig ein Themengebiet aus vorgegebener interdisziplinärer Literatur aufzuarbeiten, diese durch eigene Recherchen zu ergänzen, und aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht zu analysieren und zu bewerten. • Die Studierenden können sowohl interdisziplinäre wie auch ingenieurwissenschaftliche Aspekte des bearbeiteten Themengebietes in einer Präsentation zusammenfassend darstellen, erläutern und diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.): " Modul "Medizintechnik I" (Radermacher, FB 4) ist als Grundlage bzw. begleitend sinnvoll, jedoch nicht zwingend erforderlich " "Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme" (Schlick) " 'Industrial Engineering' (Schlick)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Modul "Medizintechnik I" (Radermacher, FB 4) ist als Grundlage bzw. begleitend sinnvoll, jedoch nicht zwingend erforderlich • "Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme" (Schlick) • „Industrial Engineering I“ (Schlick)
Literatur	(am Lehrstuhl einsehbar; teilweise in der Hochschulbibliothek verfügbar, kein spezifisches Lehrbuch vorhanden): • Medizinprodukterecht, BVMed, 2004 • Wintermantel E, Ha, SW: Medizintechnik mit biokompatiblen Werkstoffen und Verfahren, 3.Aufl., Springer, 2002 • Nielsen J: Usability Engineering, Morgan Kaufman, 1993 • Reason J: Human Error, Cambridge University Press, 1990 • Rubin J: Handbook of Usability Testing, Wiley, 1994 • Salvendy G: Handbook of Human Factors and Ergonomics, 3rd Ed., Wiley, 2005 • Shneiderman B, Plaisant C: Designing the User-Interface, Pearson Addison-Wesley, 2005 • Wickens CD: An introduction to Human Factors Engineering, 2nd Ed., Pearson Education Inc., 2004 • Dumas JS: A practical guide to usability testing, Ablex Publishing Corporation, 1993 • Jonassen DH, Hannum WH: Handbook of Task Analysis Procedures, Westport Connection, 1989 • Luczak H: Arbeitswissenschaft, Springer, 1993 • Wicklund ME: Medical Device and Equipment Design, Interpharm Press Inc., 1995 • (…Zeitschriften zu Teilaspekten; besonders geeignete Artikel werden als Kopien in der Vorlesungen/ Übung nach Bedarf bereitgestellt) • Umdruck/Foliensammlung zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Klaus M. Radermacher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten (401443501)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011575
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1-4 Einführung • Entwicklung, Aufgabengebiete und Randbedingungen der Biomechanik des menschlichen Stütz- und bewegungsapparates; geschichtliche Aspekte, Anwendungen, Perspektiven • Funktionelle Anatomie des Stütz- und bewegungsapparates; klinische Aspekte 4-7 Materialmodellierung • Grundlagen der materialmodellierung, FEM, Biomechanische Modellierung von Hart- und Weichgewebe • Computergestützte FEM Simulationen • Mechanobiologie 8 Biomechanische messtechnik I • laborexperimentelle Ermittlung von Materialkennwerten und Beanspruchungen; Anwendungsbeispiele aus der Forschung, Bioreaktorentwicklung 9-11 Statische und dynamische Modellierung zur Berechnung von Gelenkkräften • 2D, 3D, 4D Modellierungsansätze • Rechnergestützte Mehrkörper-Simulationen • Anwendungen und Einschränkungen 12 Biomechanische Messtechnik II • Bewegungsanalyse, invivo-Messtechnik, Kraft, Druck, Momente, EMG 13-15 Biomechanik der Implantate • Historischer Rückblick • Allgemeine Anforderungen und Randbedingungen • Biokompatibilität • Materialien, Verankerung, Tribologie • Kinematik und Kinetik • Oberflächenstrukturen • Alterung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der Biomechanik des menschlichen Stütz- und Bewegungsapparates sowie ein Grundverständnis des Einflusses krankhafter Veränderungen in Form und Funktion sowie Kenntnisse zu biomechanischen Grundlagen therapeutischer Maßnahmen, Hilfsmittel und Implantate sowie zur Reaktion des Körpers auf mechanische belastungen und beanspruchungen (u.a. Viskoelastizität, Relaxiation, Modelling/ Remodelling, ...) • Die Studierenden kennen die wichtigsten messtechnischen laborexperimentellen und klinischen Verfahren zur Erfassung von Muskelaktivität, 3D-Bewegungsanalyse, Belastungen und Beanspruchungen in-vitro und in-vivo • Die Studierenden kennen die wichtigsten messtechnischen laborexperimentellen Verfahren zur biomechanischen Untersuchung von Implantatmaterialien und Implantaten zum Ersatz von Hart- und Weichgewebe des Stütz- und Bewegungsapparates • Die Studierenden kennen wesentliche Aspekte und Verfahren der makroskopischen und mikroskopischen biomechanischen Modellierung von Knochen und Weichgewebeanteilen zur Simulation von Belastungen und Beanspruchungen sowie resultierenden Adaptionsvorgängen

	• Die Studierenden sind in der Lage Verfahren der biomechanischen Modellierung hinsichtlich ihrer allgemeinen und individuell zu ermttelnden Informationen sowie ihrer Möglichkeiten und Grenzen einzuschätzen, problemangepasste Modellbildungen u.a. zur (näherungsweisen) Berechnung von Belastungen vorzuschlagen und anzuwenden. • Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse zu rechnergestützten Verfahren der biomechanischen Mehrkörper-Simulation und deren Anwendung im Rahmen von experimentellen und klinischen Untersuchungen bzw. Applikationen • Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse zu Implantaten für Osteosynthese und Gelenk(teil-)ersatz. Nicht fachbezogen: • Die Studierenden sind in der Lage, selbständig und in einem Kleinteam ein Themengebiet aus vorgegebener interdisziplinärer Literatur aufzuarbeiten, diese durch eigene Recherchen und ggf. Experimente zu ergänzen, und aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht zu analysieren und zu bewerten (Methodenkompetenz) • Die Studierenden können sowohl interdisziplinäre wie auch ingenieurwissenschaftliche Aspekte des bearbeiteten Themengebietes in einer Präsentation zusammenfassend darstellen, erläutern und diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Physik, Mathematik " Grundvorlesungen Maschinenbau (Semester 1-4: Mechanik, Messtechnik, ...) " Einführung in die Medizin (Baumann)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Physik, Mathematik • Grundvorlesungen Maschinenbau (Semester 1-4: Mechanik, Messtechnik, ...) • Einführung in die Medizin (Baumann) ;
Literatur	• Pauwels, F. (1980): Biomechanics of the locomotor apparatus. Springer Berlin Heidelberg New York • Maquet, P.G.J. (1985): Biomechanics of the Hip. Springer Berlin Heidelberg New York Tokyo • Brinckmann, P. et.al. (2000): Orthopädische Biomechanik. Thieme Verlag • B.D. Ratner, et.al. (2004): Biomaterial Science. 2nd Edition, Elsevier • B. Kummer (2005): Biomechanik. Deutscher Ärzteverlag • Leondes, C.T. (2007): Biomechanical Systems Technology. (Vol. 1-4), World Scientific Publishing • Z.f. Biomedizinische technik, J.f. Biomechanics, ... (... zahlreiche weitere Bücher und Zeitschriften zu Teilaspekten; besonders geeignete Artikel werden als Kopien in den Vorlesungen/Übungen nach Bedarf bereitgestellt) • Umdruck/Foliensammlung zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche oder eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Klaus M. Radermacher apl. Professor Dr.-Ing. Marcus Stoffel
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates (401157501)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Prüfung Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Medizintechnik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013321
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung in die Medizintechnik • Entwicklung, Aufgabengebiete und Randbedingungen der Medizintechnik; Überblick zur Diagnose-, Therapietechnik 2-4 • Medizinische Bildgebung (I) • Grundlagen insbesondere der Röntgenbildgebung (inkl. CT), Magnet-Resonanztomographie und Ultraschallbildgebung (Weiterführung und Vertiefung zur Medizinischen Bildgebung in Medizintechnik II) • Darstellung von Materialien und Strukturen (Morphologie/ physikalische/mech. Eigenschaften, …,Funktion) im Bild • Berücksichtigung spezifischer Wechselwirkungen bei Materialauswahl und Gestaltung 5 • Biokompatibilität und Biofunktionalität • Definition und Bedeutung von Biokompatibilität und Biofunktionalität; Prüfverfahren; Gewebeeigenschaften; Reaktionen des menschlichen Organismus 6-8 • Biomechanik • Überblick und Grundlagen der Biomechanik, Bedeutung in der Diagnose und Therapietechnik • Biomechanik von Stütz- und Bewegungsapparat, Implantate, Endo- und Exoprothesen (ausgewählte Beispiele, Vertiefung in „Grundlagen der Biomechanik des Stütz- und Bewegungsapparates“ und „Medizintechnik II“) • Kurzer Überblick zur Biomechanik von Herz und Kreislauf, Atmung, Niere, Ersatz- und Unterstützungssysteme (Weiterführung und Vertiefung in „Physiologische und technische Grundlagen natürlicher und künstlicher Organe“) 9 • Hygiene und Hygienetechnik • Grundlagen der Hygiene; Verfahren und Wirkprinzipien der Desinfektion und Sterilisation; Komponenten und Bauweisen sterilisierbarer Instrumente und Geräte; Krankenhaushygiene 10-13 • Biomaterialien • Einführung und Überblick; mechanische Eigenschaften, Korrosionsbeständigkeit, Biokompatibilität und Hauptanwendungsgebiete metallischer Werkstoffe (einschl. FGL) • Herstellung und Verarbeitung, Sterilisation und Biokompatibilität, Eigenschaften und Anwendungen biokompatibler synthetischer Polymere • Degradationsmechanismen biodegradierbarer Polymere; Struktur und Eigenschaften, Gewinnung, Verarbeitung und Anwendung natürlicher Polymere • Herstellung, Eigenschaften und Anwendungen keramischer Werkstoffe und Faserverbundwerkstoffe in der Medizintechnik 14 • Ausgewählte Fertigungsverfahren für die Medizintechnik • Generative Fertigung von Individualimplantaten, Beschichtung von Implantaten, Herstellung von Zellträgersystemen

	15 • Medizinprodukterecht, Qualität und Sicherheit • Überblick, rechtliche Grundlagen, Konformitätsbewertungsverfahren, Qualitäts- u. Risikomanagement, Sicherheitskonzepte, Schutzmassnahmen und Sicherheit (Weiterführung und Vertiefung in „Ergonomie und Sicherheit von Medizinprodukten“)
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der Medizintechnik (Materialien, Bauweisen, Einsatz- und Randbedingungen,…) als Einführung insbesondere für den konstruktiven Bereich der Entwicklung von Instrumenten und Geräten oder auch Organersatz- und Unterstützungssystemen, und damit u.a. über eine Basis für weiterführende Veranstaltungen im Bereich/ Schwerpunkt Medizintechnik. Sie sind in der Lage, unterschiedliche Anwendungsbereiche und -beispiele sowie spezifische Randbedingungen der Medizintechnik für Diagnose und Therapie zu nennen und zu erläutern. • Die Studierenden verfügen über Grundkenntnisse zu normativen Anforderungen bei der Zulassung von Medizinprodukten und deren Bedeutung für die Entwicklung. Sie können ihre Kenntnisse über die besonderen Randbedingungen und Sicherheitsanforderungen der Medizintechnik bei der Bewertung von medizintechnischen Lösungen anwenden. Die Studierenden kennen die wichtigsten Bildgebungsverfahren in der Medizin und können deren grundlegende physikalische Wirkprinzipien erklären. Diese Kenntnisse können sie bei der Auswahl von Materialien im Rahmen der Konstruktion von Komponenten und Systemen anwenden. Die Studierenden sind in der Lage, die Begriffe Biokompatibilität und Biofunktionalität und deren Bedeutung für medizintechnische Produkte zu erläutern und an Beispielen zu verdeutlichen. Sie kennen grundlegende Gewebeeigenschaften und Gewebereaktionen. Die Studierenden kennen die Bedeutung der Hygiene in der Medizintechnik, können Verfahren und Wirkprinzipien der Desinfektion erläutern und diese Kenntnisse bei der Entwicklung bzw. Bewertung von technischen Lösungen anwenden. Insbesondere verfügen sie über Kenntnisse zu geeigneten Konstruktionswerkstoffen und Gestaltungsprinzipien für unterschiedliche medizintechnische Anwendungen und können Besonderheiten hinsichtlich der Eigenschaften, Herstellung und Anwendung erläutern und bei der Lösungssynthese und –evaluation umsetzen. Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse zu ausgewählten Fertigungsverfahren zur Herstellung von Individualimplantaten, zur Beschichtung von Implantaten sowie von Zellträgersystemen, können diese in Grundzügen erklären und bei der Auswahl bzw. Entwicklung konstruktiver Lösungen auf diese Kenntnisse zurückgreifen und bedarfsweise vertiefen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Einführung in die Medizin (Baumann); (ggf. auch parallel) " Physik, Mathematik " Grundvorlesungen Maschinenbau (Semester 1-4: Mechanik, Werkstoffkunde, Maschinengestaltung, Elektrotechnik,Strömungsmechanik I, Messtechnik,etc.) Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...): " Medizintechnik II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Einführung in die Medizin (Baumann); (ggf. auch parallel) • Physik, Mathematik • Grundvorlesungen Maschinenbau (Semester 1-4: Mechanik, Werkstoffkunde, Maschinengestaltung, Elektrotechnik, Strömungsmechanik I, Messtechnik,…) Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Medizintechnik II
Literatur	1. • Hutten, H.: Biomedizinische Technik 1-4, Springer-Verlag 1992 2. • Wintermantel, E., Ha, S-W.: Medizintechnik mit biokompatiblen Werkstoffen und Verfahren. 3. • Aufl. Springer-Verlag 2002 3. Enderle, J., Blanchard, S., Bronzino, J.: Introduction to Biomedical Engineering. 2nd Edition, Elsevier Academic Press 2005 4. • B.D. Ratner, A.S. Hoffmann, F.J. Schoen, J. E. Lemons: Biomaterial Science. 2nd Edition, Elsevier 2004

	5. • Kramme, R.: Medizintechnik. Verfahren, Systeme und Informationssysteme, 2. Aufl., Springer Verlag 2002 6. • St. Silbernagl, A. Despopoulos: Taschenatlas der Physiologie, 6. Aufl., Thieme-Verlag, 2003 7. • B. Kummer: Biomechanik. Deutscher Ärzteverlag, 2005 8. • Zeitschrift für Biomedizinische Technik (…zahlreiche weitere Bücher und Zeitschriften zu Teilaspekten; besonders geeignete Artikel werden als Kopien in der Vorlesungen/Übung nach Bedarf bereitgestellt) 9. • Umdruck/Foliensammlung zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Klaus M. Radermacher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Medizintechnik I (401332101)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Medizintechnik I	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Medizintechnik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014433
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2005
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung • Überblick zur Instrumenten- und Gerätetechnik • Überblick Krankenhaustechnik • Stellenwert, Entwicklungen und Trends 2-4 • Medizinische Bildgebung (II) • Überblick und Gegenüberstellung der wichtigsten medizinischen Bildgebungsverfahren (Röntgen, Computertomographie, MR-Tomographie, PET, SPECT, Ultraschall, Endoskopie, Mikroskopie, OCT, …; Eigenschaften, Anwendungsgebiete und Grenzen) • Aufbau, Bauformen und zugrundeliegenden Verfahren der Bilderfassung bzw. -rekonstruktion 5-6 • Biosignalerfassung, Funktionsdiagnostik und Monitoring • Übersicht zu den wichtigsten Verfahren zur Erfassung von Biosignalen und anderer Vitalparameter • Gerätesysteme für Funktionsdiagnostik und Monitoring (Wirkprinzipien, Eigenschaften, Anwendungsbereiche) 7 • Krankenhaus- und OP-Technik • Infrastruktur, Komponenten und Gerätesysteme • Informationsflüsse und –verarbeitung, Arbeitsabläufe • Übersicht zu Normen und Richtlinien 8 • Anästhesie und Intensivpflege • Überblick Narkose, Beatmung, Notfallmedizin • Gerätetechnik (Wirkprinzipien, Eigenschaften, Anwendungsbereiche) 9 • Laser in der Medizin • Medizinische Lasersysteme (Aufbau, Medien, Eigenschaften) • Biophysikalische Wirkung und Anwendungen • Gerätesysteme und Applikatoren • Sicherheitstechnische Aspekte und Normen 10 • Hochfrequenzchirurgie • Überblick und Entwicklung • Physikalische und technische Grundlagen • Monopolare und bipolare Technik • Sicherheitstechnische Aspekte und Normen 11 • Chirurgische Instrumente- und Gerätetechnik • Chirurgische Motorensysteme und Instrumente • Systeme und Komponenten für die endoskopische Chirurgie • Überblick dentaltechnische Instrumente

	• Überblick zur computerunterstützten Chirurgie 12 • Strahlentherapie • Physikalische und technische Grundlagen • Biophysikalische Wirkung und Anwendungen • Systeme und Komponenten • Sicherheitstechnische Aspekte 13 • Therapeutische Anwendung von Ultraschalll, Stoßwellentherapie • Physikalische und technische Grundlagen • Biophysikalische Wirkung und Anwendungen • Systeme und Bauweisen • Sicherheit 14 • Rehabilitationstechnik • Funktionelle Analyse • Funktionelle Stimulation • Künstliche Gliedmaßen • Rollstuhltechnik • Kommunikationshilfen 15 • Repetitorium
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen Aufbau, Theorie und Wirkungsweise wichtiger diagnostischer und therapeutischer Instrumente, Geräte und Systeme und eren Eigenschaften, Stellenwert und Anwendungsbereiche und können diese in Grundzügen erläutern • Sie können die wesentlichen Komponenten der Krankenhaus- und OP-Technik benennen und erklären und kennen die Bedeutung grundlegender Prozesse, Informationsflüsse und Arbeitsabläufe und können einzelne Komponenten einordnen • Sie kennen die wichtigsten Normen und Sicherheitsanforderungen für die jeweiligen Komponenten und Systeme bzw. können die jeweils aktuellen Bestimmungen ermitteln und anwenden Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind in der Lage selbständig ein Themengebiet aus vorgegebener interdisziplinärer Literatur aufzuarbeiten, diese durch eigene Recherchen zu ergänzen, und aus ingenieurwissenschaftlicher Sicht zu analysieren und zu bewerten. • Die Studierenden können sowohl interdisziplinäre wie auch ingenieurwissenschaftliche Aspekte des bearbeiteten Themengebietes in einer Präsentation zusammenfassend darstellen, erläutern und diskutieren. • In den Übungen erfolgt die Arbeit teilweise in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.): " Medizintechnik I " Einführung in die Medizin (Baumann) " Physik, Mathematik " Grundvorlesungen Maschinenbau
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Medizintechnik I • Einführung in die Medizin (Baumann) • Physik, Mathematik • Grundvorlesungen Maschinenbau
Literatur	• Hutten, H.: Biomedizinische Technik 1-4, Springer-Verlag 1992 • Wintermantel, E., Ha, S-W.: Medizintechnik mit biokompatiblen Werkstoffen und Verfahren. 3. Aufl. Springer-Verlag 2002 • Enderle, J., Blanchard, S., Bronzino, J.: Introduction to Biomedical Engineering. 2nd Edition, Elsevier Academic Press 2005 • B.D. Ratner, A.S. Hoffmann, F.J. Schoen, J. E. Lemons: Biomaterial Science. 2nd Edition, Elsevier 2004

	• Kramme, R.: Medizintechnik. Verfahren, Systeme und Informationssysteme, 2. Aufl., Springer Verlag 2002 • St. Silbernagl, A. Despopoulos: Taschenatlas der Physiologie, 6. Aufl., Thieme-Verlag, 2003 • B. Kummer: Biomechanik. Deutscher Ärzteverlag, 2005 • Zeitschrift für Biomedizinische Technik (…zahlreiche weitere Bücher und Zeitschriften zu Teilaspekten; besonders geeignete Artikel werden als Kopien in der Vorlesungen/Übung nach Bedarf bereitgestellt) • Umdruck/Foliensammlung zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Klaus M. Radermacher
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Medizintechnik II (401443301)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Medizintechnik II	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011716
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Klassifizierung aeroelastischer Vörgänge: statisch, dynamisch 2. Statische aeroelstische Probleme (2D-Betrachtung): Torsionsdivergenz Ruderwirksamkeit 3. HöhenleitwerkswirksamkeitLösungsmethoden statischer aeroelastischer Probleme an Auftriebssystemen:Torsionsdivergenz des geraden Flügels 4. Nähereungsmethoden (Ansatzfunktionen, Einflußzahlen)Torsionsdivergenz des gepfeilten Flügels 5. Dynamische aeroelastische Probleme:EinleitungFlattern, reduzierte FrequenzErweiterte Ansätze zur bestimmung aerodynamischer lasten 6. Formulierung der Bewegungsgleichungen:stationärquasi-stationär 7. instationärvollständiger instationärer Luftkraftansatz 8. Grunsätzliche Vorgehensweise bei der recherischen Flatteranalyse 9. Die Streifentheorie 10. Lösungsmethoden der Flüttergleichungen:p*-Methodep-Methode 11. v-g-Methodep-k-Methode 12. Experimentelle Identifikation strukturdynamischer und aeroelastischer ProblemeEinleitung 13. Phasentrennungsverfahren 14. Phasenresonanzverfahren 15. Messtechnischer Aufwand und Sensorierung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind fähig statische und dynamische aeroelastischer Vorgänge zuzuordnen und deren physikalische Zusammenhänge zu beschreiben. • Sie kennen Formen der Darstellung der Bewegungsgleichungen unter unterschiedlicher aerodynamischer und struktureller Randbedingungen und Annahmen (2D-/3D-Problembetrachtung bzw. stationäre, quasi-stationäre sowie instationäre Problembehandlung). • Sie kennen analytische Lösungsmethoden für 2D-Probleme unter stationärer und quasistationärer Randbedingungen und sie können sie anwenden. • Sie kennen Lösungsmethoden für instationäre aeroelastische Effekte an Tragwerken sowie deren Vor- und Nachteile. • Die Studierenden sind fähig aus der Basis der übermittelten Grundlagen theoretische wissenschaftlichen Argumentationen komplexer aeroelastischer Problemen zu ermessen und zu beurteilen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschlage zu erarbeiten, die ermittelten Ergebnisse zu bewerten und zu vertreten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Technische Mechanik I, II, III " Strukturentwurf von Luft- und Raumfahrt " Schwingungen im Leichtbau I, II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Technische Mechanik I, II, III • Strukturentwurf von Luft- und Raumfahrt • Schwingungen im Leichtbau I, II

Literatur	Skript zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt (401171601)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Aeroelastik in der Luft- und Raumfahrt	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014843
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Der Strukturentwurf wird maßgeblich vom aerodynamischen bzw. flugmechanischen Entwurf beeinflusst und umgekehrt. Die Studierenden haben einen praxisnahen Einblick in den interdisziplinären Prozess der Lastenrechnung und des Strukturentwurfes am Beispiel von Leichtflugzeugen. • Sie kennen verschiedene Themen aus den Bereichen Aerodynamik, Flugmechanik, Strukturmechanik, Aeroelastik, Werkstoffkunde und Konstruktionslehre hinsichtlich ihrer Anwendung auf den Strukturentwurf von Leichtflugzeugen. In den Übungen wird der Vorlesungsstoff anhand der Berechnung eines typischen, einmotorigen Schulungs- und Sportflugzeuges nachvollzogen. Den Hörern der Vorlesung wird freigestellt, begleitend zur Vorlesung eigene Entwürfe in Hausarbeit durchzurechnen Nicht fachbezogen: keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Leichtbau " Strukturentwurf der Luft- und Raumfahrt " Flugzeugbau I " Aerodynamik " Faserverbundwerkstoffe " Flugmechanik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Leichtbau • Strukturentwurf der Luft- und Raumfahrt • Flugzeugbau I • Aerodynamik • Faserverbundwerkstoffe • Flugmechanik
Literatur	Reimerdes, H.-G.: Skript zur Vorlesung Auslegung und Struktur von Leichtflugzeugen Reimerdes, H.-G.: Skript zur Vorlesung Grundlagen des Strukturentwurfes Reimerdes, H.-G.: Skript zur Vorlesung Strukturentwurf der Luft- und Raumfahrt
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen (401484301)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Auslegung der Struktur von Leichtflugzeugen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011717
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung • Definitionen • Beispiele in der Luft- und Raumfahrt • Elastizitätstheoretische Grundlagen 2 • Die Membranschale: • Zylinderschale • Kegelschale • Kugelschale 3 • Fourierreihenentwicklung für Lasten und Verformungen • Lösung der Differentialgleichungen - Übertragungsmatrizen • Spantversteifungen 4 • Behältertheorie 5 • Halbiegetheorie 6 • Vollständige Biegetheorie 7 • Schalenstabilität: • unversteifte Schalen 8 • Schalenstabilität: • versteifte Schalen Die Vorlesung wird in 8 doppelstündigen Blöcken gelesen. Es werden ebenfalls 8 doppelstündige Übungsblocke stattfinden.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die wichtigsten Theorien für die ingenieurmäßige Behandlung von Schalentragwerken. • Sie wissen, wie geschlossene und numerische Lösungen der Differentialgleichungen in Übertragungs- und/oder Steifigkeitsmatrien überführt werden können. • Damit sind die Studierenden in der Lage, eigenständig Schalen zu entwerfen. • Sie wissen weiterhin, wie Kräfte fachgerecht in Schalenstrukturen eingeleitet werden und wie durch Versteifungen das Tragverhalten von Schalen verbessert werden kann. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

	• Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und die ermittelten Ergebnisse ingenieurmäßig zu bewerten. Es wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, ihre eigenen Lösungsansätze vorzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Technische Mechanik I, II " Leichtbau " Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Technische Mechanik I, II • Leichtbau • Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt
Literatur	• Vorlesungsskript • Girkmann, K.: Flächentragweke, Springer Verlag
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken (401171701)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken	1. Semester	2. Semester	-	1
Übung Einführung in den Entwurf von Schalentragwerken	1. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011689
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Auswahlkriterien für Elemente • Grenzen von Elementen • Pre/Postprocessor • Vernetzung, inkompatible Netze 2 • Numerische Integration • Elementsperre • reduzierte Integration 3 • Behandlung dynamischer Probleme • Einführung und grundlegende Gleichungen • Finite Element Formulierung • Eigenwertprobleme 4 • Integration im Zeitbereich • Modale Superposition 5 • Kondensationsmethoden • Substrukturen • Statische Kondensation • Dynamische Kondensation 6 • Einführung in nichtlineare Berechnungen • Geometrische Nichtlinearitäten • Material-Nichtlinearitäten • Iterationsverfahren 7 • Stabilitätsverhalten von Strukturen • Grundlegende Gleichungen • Lineare Stabilitätsanalyse 8 Einführung in Kontaktprobleme
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden erhalten die Befähigung, die Finite-Element-Methode richtig einzusetzen, um strukturdynamische und nichtlineare Probleme zu bearbeiten. • Damit sind sie in der Lage kommerzielle Progammsyteme zu nutzen und können mit Hilfe der Programmhandbücher die Lösungswege finden, die für das zu behandelnde Problem am besten geeignet sind.

	• Desweiteren werden sie in der Lage sein, die Ergebnisse von Berechnungen richtig zu interpretieren und auf Richtigkeit zu überprüfen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und die ermittelten Ergebnisse ingenieurmäßig zu bewerten. Es wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, ihre eigenen Lösungsansätze vorzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Technische Mechanik " Grundlagen der Finite Elemente Methode
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Technische Mechanik • Grundlagen der Finite Elemente Methode
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme (401168901)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme	1. Semester	2. Semester	-	1

Übung Finite Elemente Methode für strukturdynamische und nichtlineare Probleme	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Grundlagen der Finite Elemente Methode (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011056
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung in Finite Differenzen Verfahren und Finite Elemente Methode zur numerischen Lösung von Differentialgleichungen • Software zur Finite Elemente Methode 2 • Prinzipielles Vorgehen bei einer FE-Analyse (Statik) • Ermittlung von Steifigkeitsmatrizen aus der Lösung der Dgl. • Energiemethoden in der Statik 3 • Formulierung der FE-Methode auf der Basis des Prinzips der virtuellen Verschiebungen • Ritz'sche Ansatzfunktionen • Beispiel: Stabelement mit 2 und 3 Knoten 4 • Schubstarrer Balken, eben und räumlich • in Elementkoordinaten • in beliebiger Lage 5 • schubweicher Balken • exzentrische Balkenelemente (Offset) 6 • zweidimensionale Elemente • Scheibenelement • Plattenelement (Kirchhoff) • Faserverbundwerkstoffe 7 • Volumenelement • Isoparametrische Elemente 8 • Isoparametrische Elemente • Genauigkeit und Konvergenz
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studenten lernen die Grundzüge der Finite Elemente Methode kennen. Sie lernen die wichtigsten Elemente für die Strukturberechnung kennen und sind in der Lage, Steifigkeitsmatrizen für einfache Elemente selbst herzuleiten. Sie können für die Lösung von Problemen die geeigneten Elemente auswählen und wissen, wie sich Ansatzfunktionen und Diskretisierung der Modelle auf die Güte der erzielbaren Ergebnisse auswirken. Mit dem vermittelten Wissen sind die Stundenten in der Lage, Handbücher für kommerzielle FE-Software zu lesen und solche Rechenprogramme fachgerecht zu nutzen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

	• Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschlage zu erarbeiten, die ermittelten Ergebnisse zu bewerten und zu vertreten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) - Mechanik I,II - Höhere Mathematik Empfohlene Voraussetzungen: - Werkstoffkunde I,II - Leichtbau
(empfohlene) Voraussetzungen	notwendig: • Mechanik I,II • Höhere Mathematik empfohlen: • Werkstoffkunde I,II
Literatur	• Vorlesungsskript • Formelsammlung zum Vorlesungsskript • Link: Finite Elemente in der Statik und Dynamik • Bathe: Finite-Elemente-Methoden
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen der Finite Elemente Methode (401105601)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Grundlagen der Finite Elemente Methode	2. Semester	1. Semester	-	1

Übung Grundlagen der Finite Elemente Methode	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014444
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung • Anforderungen an Raumfahrtstrukturen • Die Phasen einer Raumfahrzeugentwicklung • Missionsanalyse und Umgebungsbedingungen 2 • Definition und Aufgaben von Subsystemen • Aufgaben und Anforderungen an TrägersystemeIntegration von Nutzlasten • Lasten während des Starts 3 • Aufgaben der Strukturmechanik in den Phasen der Entwicklung • Design Kriterien und Lastannahmen • Konfigurationsentwicklung 4 • Strukturkonzepte • Werkstoffe • Verbindungstechniken • Ausgeführte Raumfahrzeuge 5 • Strukturelemente: Strukuridealisierung • Positive und negative Konstruktionsbeispiele • Eindimensionale Strukturelemente 6 • Strukturelemente: Schubfeldträger • Ringe und Schalen 7 • Strukturelemente: Schalen-Membrantheorie • Der Ring als SpantSchalen-Halbmembrantheorie 8 • Strukturelemente: Druckbehälter • Stabilitätsverhalten der Strukturelemente 9 • Strukturdynamik: Einführung • Bewegungsgleichung-SDOF-Systeme 10 • Strukturdynamik: Bewegungsgleichung-MDOF-Systeme • Näherungsweise Bestimmung der Eigenfrequenzen 11 • Schutz gegen Einschläge von Weltraummüll und Mikrometeoriten

	12 • Verifikation, Qualifikation und Abnahme von Strukturen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden beherrschen die Schritte der Strukturauslegung von Raumfahrzeugen vom Anfang eines Projekts (Konzeptstudien) bis zum Ende (Qualifikation und Abnahme) kennen. • Sie sind in der Lage, basierend auf der Aufgabenstellung für das geplante Raumfahrzeug, geeignete Strukturkonzepte zu entwickeln. • Dem Schwerpunkt der Vorlesung entsprechen, werden die Studierenden in der Lage sein, in der Entwurfsphase Konzepte zu entwerfen, die eine gute Basis für spätere Detailarbeiten darstellen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Übungen befähigen die Studierenden, Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und die ermittelten Ergebnisse ingenieurmäßig zu bewerten. • Die Studierenden erhalten die Möglichkeit, eigene Entwürfe in Gruppenarbeit zu erarbeiten und abschließend
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Leichtbau I " Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Leichtbau I • Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt
Literatur	Vorlesungsskript Sarafin, T.S.: Spacecraft Structures and Mechanisms, Kluwer Academicc Publishers
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen (401444401)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Auslegung der Struktur von Raumfahrzeugen	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Fügetechnik I - Grundlagen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011004
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Allgemeine Einführung – Verfahren der Fügetechnik 2. Lichtbogenschweißverfahren 3. Pulvergestützte u. konduktive Schweißverfahren 4. Elektronenstrahlschweißen 5. Laserstrahlschweißen 6. Löten 7. Mechanische Fügetechnik 8. Klebtechnik 9. Werkstofftechnische Aspekte beim Fügen von Stahlwerkstoffen 10. Fügefehler und Prüfverfahren 11. Mechanisierung u. Automatisierung 12. Grundlagen fügegerechter Gestaltung und Berechnung 13. Aspekte der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Fügetechnik ist eine interdisziplinäre Technologie. In allen Bereichen der industriellen Produktion müssen Einzelteile zu Funktionsgruppe zusammengefügt werden. Dazu werden vielfältige Fügetechnologien genutzt. • Der Studierende soll die wesentlichen Fügetechnologien kennen lernen. Auf dieser Basis ist er in der Lage zu entscheiden, welche Fügetechnologie für „sein Produkt“ am besten geeignet ist. • Er beherrscht die technologischen Vor- und Nachteile, die Einsatzgrenzen sowie die wirtschaftlichen Randbedingungen. Er lernt die Industriewerkstoffe Stahl und Aluminium besser kennen, sowie die spezifisch für die Fügetechnik relevanten Besonderheiten. • Er weiß um die Beeinflussung der Werkstoffeigenschaften durch Fügeprozesse. • Er erwirbt Grundkenntnisse einer fügegerechten Gestaltung (Konstruktion) sowie erste einfache Ansätze zur Berechnung / Auslegung von statisch belasteten, gefügten Konstruktionen. Weiterhin werden Aspekte des Arbeits- und Umweltschutzes in der Fügetechnik beleuchtet. • Ergänzend zum Vorlesungsblock (Produktionstechnik) werden in den Übungen Anwendungsbeispiele exemplarisch vorgerechnet und spezifische Besonderheiten für die Verkehrtechnik behandelt. Im Labor werden die Verfahren und Methoden vorgeführt und zur Anwendung gebracht. Dabei sollen die Studierenden die Besonderheiten der Verfahren durch selbständiges Ausführen von kleinen Fügeaufgaben erfahren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...): " Fügetechnik II + III
(empfohlene) Voraussetzungen	Voraussetzung für (z.B. andere Module): • Fügetechnik II • Fügetechnik III
Literatur	• Umdrucke und Übungsunterlagen stehen im L2P-Lernportal der RWTH zur Verfügung

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Uwe Reisgen
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Fügetechnik I - Grundlagen (401100401)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktische Ergänzungsübung Fügetechnik I - Grundlagen	2. Semester	1. Semester	-	0
Vorlesung Fügetechnik I - Grundlagen	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Fügetechnik I - Grundlagen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Dynamische Unternehmensmodellierung und -simulation (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014834
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die grundlegenden Prinzipien von Ursache-Wirkungsbeziehungen und Rückkopplungseffekten in Geschäftssystemen. • Sie sind in der Lage, ablauffähige Simulationsmodelle von Unternehmen zu erstellen und mit diesen Effekte von Gestaltungs- und Organisationsvarianten zu untersuchen. • Die Studierenden wissen, wie eine Simulationsstudie geplant werden sollte, welche Anforderungen an Modell und Daten gestellt werden müssen, wie die Erstellung von konzeptionellen und quantitativen Modellen erfolgen sollte, wie die erforderlichen Daten beschafft werden können, wie die erstellten Modelle verifiziert und validiert werden können und mit welchen Methoden die Leistungskenngrößen von Simulationsexperimenten ausgewertet werden können. • Den Studierenden sind die gängigen graphischen Prozessmodellierungssprachen und Simulationsansätze bekannt. Sie wissen, welche dieser Sprachen und Ansätze für welche Anwendungsfälle geeignet sind und können einfache Beispielprozesse mit diesen Sprachen/ Ansätzen modellieren und simulieren. • Die Studierenden kennen und verstehen bekannte Modellierungs- und Simulationsansätze u.a. für folgende Anwendungsbereiche: Materialfluss und Logistik (Supply-Chain, Ersatzteillogistik), Projektablauf (Aufgabeninterdependenzen, Iterationen), Warteschlangensimulation (Callcenter, Flughafenbetrieb etc.), Workflowmodellierung und -simulation (Änderungsmanagement in der Produktentwicklung) sowie Menschmodellierung und -simulation (Arbeitsplatzgestaltung, Erreichbarkeitsanalysen). Aufgrund der praktischen Ausbildung im Rahmen der Übungen sind die Studierenden in der Lage, einfache Simulationsmodelle in diesen Anwendungsdomänen selbständig zu erstellen und deren Verhalten zu untersuchen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz). • Ferner erfolgt die Arbeit in der Übung auch in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit). • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern (Präsentation).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Kenntnisse in grundlegenden Forschungsmethoden
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Kenntnisse in grundlegenden Forschungsmethoden
Literatur	Skript zur Vorlesung und Übung
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. ;Verena Nitsch
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Dynamische Unternehmensmodellierung und -simulation (401483401)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Dynamische Unternehmensmodellierung und -simulation	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Qualitätsmerkmale - planen, realisieren, erfassen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011657
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführungsvorlesung • Organisatorisches • Motivation der Vorlesung 2 • Umfassendes Qualitätsmanagement • Erweiterter Qualitätsbegriff • Stakeholder Analyse 3 • EFQM-Modell • Kontinuierliche Verbesserung • RADAR-Zyklus 4 • Qualitätsplanung • Protective Quality • Perceived Quality 5 • Methoden zur Verbesserung der perceived Quality • Markenqualität 6 • Randbedingungen der Organisationsentwicklung • Die Schwächen hocharbeitsteiliger Organisationen • Komplexität und Subjektivität 7 • Regelung der Prozessqualität • Prozessbeherrschung erreichen • Six Sigma 8 • DAMDV-Zyklus • Einführung in p-QMS • Vorbereitungs- / Interviewphase 9 • Harmonisierungs- / Umsetzungsphase • Reifegradstufen von Prozessorganisationen • Standardisierung und Dokumentation 10 • Qualitätsmanagement in der Produktentstehung • Risiken im Produktenstehungsprozess • Stage Gate Prozess

	11 • V-Modell der Produktentstehung • Entwurf des Referenzprozesses • Die Rollenmatrix 12 • Quality Gates in der Produktentstehung • Messung des Produkt- und des Projektreifegrads 13 • Themenorientierte Projektsteuerung • Gremienlandschaft • Maßmahmenverfolgung 14 • Produktbewährung • Fehlerfrüherkennung • Fehlerbeseitigungsprozess
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind in der Lage Qualitätsmerkmale von Produkten, Prozessen und Organisationen systematisch zu planen, zu realisieren und zu erfassen. • Die Studierenden haben das Qualitätsmanagement der Entstehung komplexer Produkte kennengelernt. • Die Studierenden sind befähigt, die wesentliche Methoden des Qualitätsplanung und -lenkung bei der Entstehung komplexer Produkte in das industrielle Umfeld zu übertragen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Systematisch-analytisches Vorgehen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen : " Qualitätsmanagement
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Qualitätsmanagement
Literatur	Webpage www.qualitaets-merkmale.de
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche oder schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt apl. Professor Dr.-Ing. Thomas Prefi
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Qualitätsmerkmale - planen, realisieren, erfassen (401165701)	1. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Qualitätsmerkmale - planen, realisieren, erfassen	1. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Strömungsmechanik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014337
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Ähnlichkeit; Lernziel ist der Zusammenhang zwischen Realausführung und Modellbildung sowie die Bedeutung der Ähnlichkeitsparameter 2 • Schleichende Strömung; Darstellung der Strömungsfelder für das Gleichgewicht aus Druck- und Reibungskraft 3 • Wirbelströmungen; Begriffe und Kinematik der drehungsbehafteten Strömung 4 • Ableitung der Wirbeltransportgleichung und Darstellung der Drehungsfreiheit als Lösung der Impulsgleichung 5 • Potentialströmung; Ableitung der Elementarlösungen 6 • Ableitung der drehungsfreien Strömungsfelder stumpfer Körper 7 • Grenzschichtströmung laminar; Ableitung der Grenzschichtgleichungen 8 • Darstellung der Grenzschichtgrößen und der von Karmanschen Integralbeziehung 9 • Grenzschichtströmung turbulent; Ableitung des turbulenten Grenzschichtprofils 10 • Abgelöste Strömungen; Diskussion des Einflusses des Druckgradienten und der Reibungskräfte auf die Strömung stumpfer Körper 11 • Mehrphasenströmungen; Darstellung der Analyse von mehrphasigen Strömungen 12 • Blasenströmungen, Partikelbewegungen und Filmströmungen 13 • Kompressible Strömungen; Ableitung der Grundgleichungen für kompressible isentrope Fluide 14 • Kompressible Strömungen; Ableitung der Beziehung für den Verdichtungsstoß und Diskussion der Düsenströmung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen:

	• Die Studenten beherrschen die (mathematische) Beschreibung von dreidimensionalen, instationären Strömungsvorgängen inkompressibler und kompressibler Fluide. • Sie kennen die Bezüge zu technischen Aufgabenstellen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) " Strömungsmechanik I Empfohlene Voraussetzungen: " Höhere Mathematik " Thermodynamik Voraussetzung für (z.B. andere Module) " Aerodynamik I, II " Mathematische Strömungsmechanik I, II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Strömungsmechanik I • Höhere Mathematik • Thermodynamik Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Aerodynamik I, II • Mathematische Strömungsmechanik I, II
Literatur	• Fluidmechanik, W. Schröder • An introduction to fluid dynamics, G.K. Batchelor • Fluid Mechanics, F.M. White • Strömungslehre für den Maschinenbau; Siekmann • Applied Fluid Mechanics; R. L. Mott
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strömungsmechanik II (401433701)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strömungsmechanik II	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Strömungsmechanik II	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Strukturentwurf und Konstruktion (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011658
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung in die Entwurfsmethodik 1.1. Technische Aufgabenstellung: Zweck technischer Systeme; Methoden um Anforderungen abzuleiten und Anforderungslisten zu erstellen 1.2. Entwicklung technischer Konzepte: Funktionsstrukturen; Diskursive, heuristische und empirische Methoden der Problemlösung 1.3. Konzeptbewertung: Methoden um verschiedenen Möglichkeiten zu bewerten und auszuwählen 1.4. Regeln für die methodischen Auslegung: Design: Einfach, klar und sicher 1.5. Regeln für die methodischen Auslegung: Prinzip der Kraftübertragung, Prinzip der Aufgabenteilung, Prinzip der Selbsthilfe, Prinzip der Stabilität und Bi- Stabilität, Prinzip der fehlerfreien Auslegung. 1.6. Design nach X: Zulassen von Ausdehnungen, Zulassen von Kriechen und Relaxation, Erleichtern der Montage 2. Einführung in den Leichtbau 2.1. Grundlagen 2.1.1. Definitionen 2.1.2. Leichtbaudesign als Optimierungsaufgabe 2.1.3. Kosten 2.1.4. Auslegungsregeln von Leichtbaustrukturen 2.1.5. Statisch unbestimmte Systeme 2.2. Nichtlinearitäten 2.2.1. Material Nichtlinearitäten – plastischer Widerstand 2.2.2. Material Nichtlinearitäten – Kombinierte Belastung 2.2.3. Material Nichtlinearitäten – Balken aus Verbundwerkstoffen 2.3. Instabilität des Balkens 2.3.1. Kriterium zur Bewertung der Stabilität 2.3.2. Knicken/ Beulen 2.3.3. Die Eulerfälle 2.3.4. Imperfektionen 2.3.5. Einführung in das Biegedrillknicken und Kippen 2.4. Schub infolge Torsion und Querkraft 2.5. Grundlagen der Schubfeldtheorie 2.6. Sicherheit: Definition von Versagen und dem RF
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden lernen • Den Konstruktionsprozess nach VDI 2221 • Methoden zur Analyse von Funktionsstrukturen von Produkten • Methoden zum Bewerten und Auswählen verschiedener Varianten • Regeln, Prinzipien und Richtlinien für das methodische Entwickeln • Grundlegende Prinzipien um Strukturen hinsichtlich Ihres Leichtbaupotentials zu optimieren • Wie man Schnittgrößen für statisch unbestimmte System ermittelt • Die Berechnung von Schubspannungen für dünnwandige, geschlossene Querschnitte • Die strukturmechanische Berücksichtigung von Nichtlinearitäten • Die Berechnung von Stabilitätsphänomenen Fertigkeiten und Kompetenzen

	Die Studierenden (nach Belegung des Moduls): • Können technische Probleme und Aufgaben analysieren, Einschränkungen identifizieren und somit angemessene, technische Spezifikationen ausarbeiten • Haben ein umfassendes Verständnis des Produktentstehungsprozesses und können technische Problemstellungen mit den gelernten Auslegungsmethoden lösen • Wissen wie man Teillösungen systematisch analysiert, bewertet und kombiniert • Sind in der Lage grundlegende Regeln und Richtlinien für einen methodischen Entwurf anzuwenden um optimale Produkte im Hinblick auf deren Anforderungen zu entwickeln • Kennen die Besonderheiten von dünnwandigen Strukturen und sind in der Lage diese Auszulegen • Sind in der Lage Leichtbaustrukturen auf Konzeptebene auszulegen • Sind in der Lage Stabilitätsprobleme bei schlanken Strukturen zu identifizieren
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mechanik I, II, III " Maschinengestaltung I, II, III " CAD-Einführung
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Mechanik I, II, III • Maschinengestaltung I, II, III • CAD-Einführung
Literatur	• Pahl, G.; Beitz, W.: Engineering Design. Springer, 2007. • Roark, R. J., Young, W. C.: Formulas for Stress and Strain, McGraw-Hill, 1975. • Jones, R. M.: Mechanics of Composite Materials, McGraw-Hill, 1975. • Bruhn, E. F.: Analysis and Design of Flight Vehicles Structures. • Niu, M. C. Y.: Airframe Structural Design, Conmilit Press Ltd., 1988.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Georg Jacobs Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strukturentwurf und Konstruktion (401165801)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strukturentwurf und Konstruktion	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Strukturentwurf und Konstruktion	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Aerodynamik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011708
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Tragflügel in inkompressibler Strömung • Zum Begriff des induzierten Widerstands 2 • Ableitung des induzierten Widerstands und asymptotische Analyse des Einflusses des induzierten Widerstands 3 • Darstellung der Prandtschen Tragflügeltheorie • Ableitung der Fundamentalgleichung der Traglinientheorie • Diskussion der Bedeutung der elliptischen Zirkulationsverteilung 4 • Darstellung der Ansätze einer allgemeinen Zirkulationsverteilung • Diskussion der Bedeutung der Flügelzuspitzung und des Spannweitenverhältnisses 5 • Erweiterung der Traglinientheorie • Einführung und Diskussion der Tragflächentheorie • Diskussion der Vortex-Lattice Methoden 6 • Ähnlichkeitstheorie des Tragflügel und Grundlagen des Pfeilflügel 7 • Darstellung des Einflusses der Pfeilung auf den Widerstand und das Auftriebsverhalten 8 • Aerodynamik des Rumpfes in inkompressibler und kompressibler Strömung 9 • Aerodynamik der Flügel-Rumpf-Änderung in inkompressibler Strömung 10 • Aerodynamik der Flügel-Rumpf-Änderung in kompressibler Strömung 11 • Aerodynamik des Seitenleitwerks 12 • Aerodynamik der Ruder und der Klappen 13 • Einführung in die numerische Lösung der Euler- und Navier-Stokes Gleichungen • die räumliche und zeitliche Diskretisierung 14 • Numerische Lösung der Euler- und Navier-Stokes Gleichunen

	• Formulierung der Randbedingungen und iterative Lösung des diskreten Systems • explizite und implizite Lösungsverfahren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben tiefgehende Kenntnisse bzgl. der Wechselwirkung zwischen den Flugzeugkomponenten Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen : " Strömungsmechanik I, II " Aerodynamik I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): • Strömungsmechanik I, II • Aerodynamik I
Literatur	• Aerodynamik des Fluges I,II; H. Schlichting, E. Truckenbrodt • Fundamentals of Aerodynamics; J.D. Anderson
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Aerodynamik II (401170801)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Aerodynamik II	1. Semester	2. Semester	-	2

Vorlesung Aerodynamik	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Computational Contact Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012291
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Introduction • Course outline • Historical review • Overview of current research topics Rigid body contact and impact mechanics • Sticking and sliding contact • Momentum balance during impact Contact illustrated on a simple test case • Mathematical formulation of contact constraints • Overview of numerical contact algorithms Review of continuum mechanics • Tensor algebra and analysis • Kinematics, balance laws and constitution • Energy methods Analytical contact mechanics • Half-space theory • Hertzian contact and the JKR theory • Elastic foundation approach The contact boundary value problem • Contact equilibrium • Strong form and weak form statements Contact kinematics • Normal contact • Tangential contact Contact constitution • Normal contact: repulsion and adhesion • Tangential contact: sticking and sliding Review of finite element methods • Finite element discretization • Solution strategies • Consistent linearization Contact discretization: Frictionless contact with a rigid body • Penalty method • Lagrange multiplier method • Augmented Lagrange multiplier method Contact discretization: Frictional contact with a rigid body • Slip criterion • Evolution law • Predictor-corrector algorithm

	Contact discretization: Contact between deformable bodies • General formulation • Contact linearization • Segment to segment formulations Contact algorithms • Global contact search • Local contact search Multiscale contact • Nanoscale contact • Multiscale methods Advanced topics in contact mechanics • Thermo-mechanical contact • Rolling contact • Cohesive zone modeling
Lernziele/Lernergebnisse	• The students have clear knowledge of the foundations and methods of contact mechanics • The students understand the mechanisms governing contact, friction and adhesion • The students can identify the various contact formulations used in commercial finite element packages and know their advantages and disadvantages • The students understand the difficulties of complex contact simulations • The students are capable of deriving and implementing the basic finite element relations for general contact problems.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Continuum Mechanics " Finite Element Methods
(empfohlene) Voraussetzungen	recommended: • a course on Continuum Mechanics • a course on Finite Element Methods
Literatur	• Wriggers, P.: Computational Contact Mechanics, 2nd Ed., Springer, 2006 • Johnson, K.L.: Contact Mechanics, Cambridge University Press, 1985 • Persson, B.N.J.: Sliding Friction, 2nd Ed., Springer, 2007 • Laursen, T.A.: Computational Contact and Impact Mechanics, Springer, 2002 • Goldsmith, W.: The Theory and Physical Behaviour of Colliding Solids, Dover, 2001 • Wriggers, P.: Nonlinear Finite Element Methods, Springer, 2008
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Oral exam (50%) and two papers (50%)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor ;Dr.-Ing. (RUS) ;Mikhail Itskov
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computational Contact Mechanics (401229101)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Computational Contact Mechanics	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Computational Contact Mechanics	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Strömungs- und Temperaturgrenzschichten (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011687
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Darstellung der Zustandsgrößen und Transportgrößen • phänomenologische Beschreibung von Grenzschichten 2 • Diskussion der Theorie asymptotischer Näherungen und Herleitung der Grenzschichtgleichunen nullter und höherer Ordnung 3 • Exakte Lösungen der Grenzschichtgleichungen 4 • Ableitung des Integralverfahrens von von Karman und Polhhausen 5 • Einführung in die Theorie turbulenter Strömung; über isotrope, homogene und Scherturbulenz 6 • Hydrodynamische Instabilität und laminar-turbulenter Umschlag • Diskussion der Lösung der Orr-Sommerfeld Gleichung 7 • Ableitung der Reynoldschen Gleichungen und Diskussion der Transportgleichungen 8 • Diskussion der turbulenten Längenmaße und der Energiekaskade • Grenzschichtabschätzung der Transportgleichungen 9 • Vorstellung halbempirischer Berechnungsmethoden auf der Basis der Transportgleichungen 10 • Laminare Temperaturgrenzschichten • Grenzschichtgleichungen bei erzwungener Konvektion für kompressible und inkompressible Fluide 11 • Exakte Lösung für den Wäremübergang an der ebenen Platte • Näherungslösung für den Wärmeübergang für Pr > 1 12 • Näherungslösung für den Wärmeübergang für Pr << 1 und ähnliche Lösungen 13 • Ableitung der Grenzschichtgleichungen bei freier Konvektion • exakte Lösung an der senkrechten Platte 14 • Näherungslösung der Strömungs- und Temperaturgrenzschicht an der senkrechten Platte
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben umfangreiche Kenntnisse auf dem Gebiet der Analyse reibungsbehafteter Strömungen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I, II " Mathematik " Thermodynamik Voraussetzung für: " Turbulente Strömungen
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Strömungsmechanik I, II • Mathematik • Thermodynamik Voraussetzung für: • Turbulente Strömungen
Literatur	• Grenzschichttheorie, H. Schlichting • Turbulent Flows,; Pope • A first course in turbulence; Tennekes, Lumley
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strömungs- und Temperaturgrenzschichten (401168701)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strömungs- und Temperaturgrenzschichten	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Strukturdynamik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014378
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Schwingungsfähige Systeme und ihre Problemstellungen: • Einleitung 2 • Das Feder-Masse Dämpfer-System mit einem Freiheitsgrad: • Federtypen • Dämpfungsarten • Masse 3 • Freie Schwingungen: • Aufstellung der homogenen Differentialgleichung (DGL) • Energiemethode • Lösung der homogenen DGL 4 • Wurzelortskurvendarstellung • Das logarithmische Dekrement 5 • Antwort auf eine Krafterregung bekannter Zeitabhängigkeit: • Erregungen • analytische Lösung der DGL • Phasenebenmethode • Antwort im Zeitbereich • Runge-Kutta-Verfahren 6 • Antwort auf eine Wegerregung 7 • Antwort auf einfache Stoßprofile: • Rampe • Halbsinus 8 • Fußpunkterregung • Kraft-, Geschwindigkeits- und Beschleunigungsstoß 9 • Periodische Krafterregung, viskös gedämpft: • Aufstellung der inhomogenen DGL • Lösung der inhomogenen DGL 10 • Brandbreite eines Resonators • Die komplexe Steifigkeit • Leistungsaufnahme der gedämpften periodischen Schwingung

	11 • Periodische Amplitudenerregung, viskös gedämpft • Aufstellung der inhomogenen DGL • Rückführung auf die periodische Krafterregung 12 • Stochastische Vorgänge 13 • Nichtlineare Schwingungen 14 • Das System mit zwei Freiheitsgraden: • Die Lagrangeschen Gleichungen • Eigenfrequenzbestimmung 15 • Tilgung • Gegenschwinger mit Dämpfung
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen • Die Studierenden sind in der Lage die mathematische Formulierung des linearen Feder-Masse-Dämpfer-Systems mit einem und zwei Freiheitgrade unter unterschiedlichen deterministischen Erregerfunktionen darzustellen. • Sie können die Strukturparameter (Frequenz, Schwingungsformen und Dämpfung) ermitteln und können auf der Basis analytischer Methoden sowie Näherungsmethoden die Strukturantwort berechnen (deterministische Betrachtungsweise). • Sie kennen Grundlagen der statistischen Methoden zur Beschreibung stochastischer Vorgänge (probabilistische Betrachtungsweise). • Die Studierenden sind fähig, nichtlineare Effekte in den Bewegungsgleichungen einzubinden und auf der Basis von Näherungsmethoden die Strukturantwort zu berechnen. • Die Studierenden sind fähig aud der Basis der übermittelten Grundlagen und Erkenntnisse verallgemeinerte strukturdynamische Probleme theoretisch zu modellieren und zu lösen. Fertigkeiten und Kompetenzen • keine Sonstiges (fakultativ) • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt Problemstellungen zu identifizieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und die daraus ermittelten Ergebnisse ingenieurmäßig zu bewerten (Methodenkompetenz) • Im Rahmen der Übung werden Ergebnisse aus schon berechneten Beispielen vorgestellt deren technische Interpretation im Rahmen eines Dialogs kollektiv erfolgt wird (Teamarbeit).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strukturdynamik I (401437801)	1. Semester	2. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Strukturdynamik I	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Strukturdynamik I	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Strukturdynamik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014356
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2015
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Das System mit vielen Freiheitsgraden • Einleitung • Bewegungsgleichungen in Matrixschreibweise 2 • Eigenschwingungen diskreter Systeme: • "Lumped-Mass-Model" 3 • Die modale Analyse bei ungedämpften Systemen • Die dynamische Matrix: • des gebundenen Systems 4 • des frei-freien Längsschwingers 5 • des frei-freien Biegeschwingers 6 • Die Lösung des Eigenwertproblems • Orthogonalität der Eigenvektoren 7 • Entkopplung der Bewegungsgleichungen • Generalisierung 8 • Modalanalyse der gedämpften Schwingung 9 • Eigenschwingungen kontinuierlicher Systeme • Einleitung • Eigenschwingung eines gleichmäßigen Balkens mit verschiedenen Randbedingungen 10 • Klassische Methoden zur Bestimmung der Eigenfrequenzen und -formen • Einleitung • Rayleigh-Galerkin 11 • Dunkerley • Holzer 12 • Stodola • Myklestead • Duncan

	13 • Southwell • Antwort auf eine Krafterregung bekannter Zeitabhängigkeit: • Die Methode von D. Williams 14 • Periodische Erregung des Systems mit vielen Freiheitsgraden: • Sine-Sweep-Test 15 • Stochastische Erregung des kontinuierlichen Systems: • Random-Test
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen • Die Studierenden sind in der Lage die mathematische Formulierung der Bewegungsgleichungen von diskreten und kontinuielrlichen Systemen zu erstellen. Sie können auf der Basis von analytischen und näherungsbedingten Lösungsansätzen die dynamischen Strukturparameter (modale Frequenz, Schwingungsformen) sowie die Strukturreaktionen im Frequenz- und Zeitbereich einfacher Schwingungssysteme ermitteln. • Sie kennen die mathematische Bedeutung und die Vorgehensweise bei der Diskretisierung, Idealisierung und Lösung der Differentiallgleichungssysteme kontinuumsmechanischer Strukturen (Modale Analyse). Sie können allgemeine Problemstelungen von Systemen mit vielen Freiheitsgraden durch die Rückführung auf ein System mit einem Freiheitsgrad bewältigen. • Sie kennen klassische Methoden (Vor-/Nachteile, Gültigkeitsrandbedingungen) sowie ihre rechnerische Umsetzung bei der Ermittlung von Eigenfrequenzen- und -formen. • Die Studierenden kennen Grundlagen der experimentellen Qualifikation von Strukturen • Die Studierenden sind fähig auf der Basis der übermittelten Grundlagen und Erkenntnisse verallgemeinerte strukturdynamische Probleme theoretisch zu modellieren und zu lösen. Darüber hinaus sie kennen Methoden der experimentellen Strukturqualifikation und können experimentelle Ergebnisse interpretieren. Fähigkeiten und Kompetenzen • Im Rahmen der Vorlesung werden Ergebnisse aus schon berechneten Beispielen vorgestellt. Ihre ingenieurmäßige Interpretation wird im Rahmen eines Dialogs kollektiv zugrunde gelegt (Teamarbeit) Sonstiges (fakultativ) • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Technische Mechanik I, II, III " Grundlagen der Finite-Elemente-Methode
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Technische Mechanik I, II, III • Grundlagen der Finite-Elemente-Methode
Literatur	Skript mit Theorie und ausgewählten Übungsbeispielen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strukturdynamik II (401435601)	2. Semester	1. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strukturdynamik II	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Strukturdynamik II	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013307
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Ergonomie der Mensch-Maschine-Systeme • Arbeitsssicherheit, -schutz, Gesundheitsförderung, Wirtschaftlichkeit • Technisierung (Mechanisierung, Automatisierung) 2 • Ergonomie in der Produktion • heutige Methoden der Ergonomie im Produktionsbereich • physiologische Arbeitsgestaltung 3 • Ergonomische Gestaltung von Büroarbeit • heutige Methoden der Ergonomie bei Büroarbeitsplätzen • unter Berücksichtigung maßgeblicher Arbeitsumgeungsfaktoren 4 • Ergonomische Systemanalyse I • Systemtechnische Modellierung von Arbeitssystemen (Grundlagen, Werkzeuge) 5 • Ergonomische Systemanalyse II • Ergonomische Systembewertung und ergonomisch-systemtechnische Gestaltung • Anforderungs-, Aufgaben, Tätigkeitsanalyse, Requirements Engineering 6 • Menschliche Informationsverarbeitung I • Wahrnehmungsphysiologie, -psychologie • Menschlicher Informationsverarbeitungsprozess 7 • Menschliche Informationsverarbeitung II • Der Mensch als Regler mit Bezug zur Fahrzeug- und Prozessführung 8 • Mensch-Maschine-Interaktion I • Mensch-Maschine-Schnittstellen • Mensch-Rechner-Interaktion und Mensch-Roboter-Interaktion 9 • Mensch-Maschine-Interaktion II • Aufgaben- und benutzergerechte Softwaregestaltung • Software-Ergonomie und Usability Engineering 10 • Cognitive Engineering I • Modelle und Taxonomien menschlichen Verhaltens 11 • Cognitive Engineering II

	• Menschliche Zuverlässigkeit 12 • Cognitive Engineering III • Kognitive Modellierung • kognitive Automation, Assistenzsysteme 13 • Interaktionstechnologien I • Virtual Reality - Grundlagen und Anwendungen in Arbeitssystemen 14 • Interaktionstechnologien II • Augmented Reality - Grundlagen und Anwendungen in Arbeitssystemen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden können die Ziele einer ergonomischen Systemgestaltung in einer sich ändernden Arbeitswelt nachvollziehen. • Die Studierenden kennen Gestaltungsfelder der Ergonomie in heutigen Arbeitssystemen. • Die Studierenden können die ergonomische Relevanz neuer Geräte und Verfahren bewerten und kennen grundlegende Methoden zur ergonomischen Gestaltung und Bewertung. • Die Studierenden können die Rolle des Menschen in Arbeitssystemen analysieren und Möglichkeiten zur (rechnergestützten) Unterstützung aufzeigen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz). • Ferner erfolgt die Arbeit in der Übung auch in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit). • Im Rahmen der Übungen werden von Studierenden Arbeitsergebnisse vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern (Präsentation).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Verena Nitsch
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme (401330701)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Ergonomie und Mensch-Maschine-Systeme	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Einführung in die Arbeitswissenschaft (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014425
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Inhalte der Vorlesung „Industrial Engineering“ sind z.B.: • Gegenstand und Entwicklung des Industrial Engineering • Modelle und Methoden des Industrial Engineering • Arbeitsorganisation im Produktionsunternehmen • Aufgabenanalyse und -synthese • Modellierung von Arbeitsprozessen • REFA-Ablaufarten und -Zeitarten bezogen auf Mensch, Arbeitsgegenstand und Betriebsmittel • Bestimmung der Auftragszeit (Methoden der REFA-Zeitaufnahme und des Multimomentverfahrens • Grundlagen der sequenzanalytischen Zeitmodellierung von Arbeitsabläufen (Systeme vorbestimmter Zeiten) • Entwicklung, Inhalte und Anwendung von MTM • Arbeitsschutz und Arbeitssicherheit • Produkt- und Produktionsergonomie • Ergonomische Gestaltung von Computerarbeit • Motivation und Entgeltgestaltung
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studierenden kennen und verstehen Gegenstand, Entwicklung und Trends des Industrial Engineering. Sie kennen die Formen der Arbeitsorganisation sowie wichtige Gestaltungsgrundsätze und können eine betriebliche Umsetzung arbeitsorganisatorischer Konzepte planen. • Den Studierenden sind Grundlagen der Arbeitsprozessmodellierung bekannt. Sie können Arbeitsprozesse modellieren und kennen Voraussetzungen und Möglichkeiten der Prozesssimulation. Sie können die Merkmale von Ablauf- und Zeitarten voneinander unterscheiden und sind in der Lage, die Zeit für eine Auftragsbearbeitung zu berechnen. Ihnen sind wesentliche Merkmale und Anwendungsgebiete analytischer und statistischer Methoden der Zeitwirtschaft bekannt und sie können diese Methoden anwenden. • Die Studierenden kennen ergonomische Gestaltungsgrundsätze von Produktionsarbeitsplätzen und können die Planung eines Produktionsarbeitsplatzes vornehmen. Sie sind in der Lage, Mensch-Maschine Schnittstellen nach ergonomischen Prinzipien zu gestalten. Sie kennen wichtige Komponenten von manuellen Montagesystemen und können ein einfaches Montagesystem selbstständig planen. • Die Studierenden wissen, wie MTM-Analysiersysteme aufgebaut sind, welche Methoden der Zeitdatenermittlung in indirekten Bereichen zur Anwendung kommen können. Ihnen sind unterschiedliche Arbeitszeit- und Entgeltsysteme bekannt. Sie können anhand von vorgegebenen Szenarien beurteilen, welche Entgeltsysteme Anwendung finden sollten. • Die Studierenden können die Ziele einer ergonomischen Systemgestaltung in einer sich ändernden Arbeitswelt nachvollziehen. Die Studierenden kennen Gestaltungsfelder der Ergonomie in heutigen Arbeitssystemen. Sie können die ergonomische Relevanz neuer Geräte und Verfahren bewerten und kennen grundlegende Methoden zur ergonomischen Gestaltung und Bewertung. Sie können die Rolle des Menschen in Arbeitssystemen analysieren und Möglichkeiten zur (rechnergestützten) Unterstützung aufzeigen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-

(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Skript zur Vorlesung und Übung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Verena Nitsch
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Einführung in die Arbeitswissenschaft (401442501)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Einführung in die Arbeitswissenschaft	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Einführung in die Arbeitswissenschaft	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Messtechnik und Qualität (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014291
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung: • Bedeutung der Messtechnik für die Qualitätssicherung und ihre Einbindung in Produktionsprozesse 2 • Messtechnische Grundlagen: • Messtechnische Grundbegriffe (Kalibrierung, Messunsicherheit etc) und Messtechnikkonzepte. 3 • Koordinatenmesstechnik: • Prinzipien, Bauformen und Anwendung von Koordinatenmessgeräten. 4 • Form- und Oberflächenprüftechnik: • Taktile und optische Messverfahren zur Erfassung von Bauteilform- und Oberfläche, Oberflächenkennzahlen. 5 • Lehrende Prüfung: • Form- und Lagelehrung, Arten und Einsatzmöglichkeiten der lehrenden Prüfung. 6 • Messverfahren und Messsysteme: • Gängige Prüfmittel in Fertigungseinsatz. Funktionsweise und Einsatzgebiete pneumatischer, induktiver und kapazitiver Sensoren. 7 • Tolerierung: • Form- und Lagetoleranzen. Tolerierungsarten und -grundsätze. 8 • Prüfplanung: • Aufgaben und Ablauf der Prüfplanung. Prüfmerkmalsfestlegung, Prüfplanerstellung. 9 • Statistische Grundlagen: • Kenngrößen zur Beschreibung von prozessen. Tests auf Normalverteilung. 10 • SPC, Fähigkeit: • Statistische Prüfung von Bauteilserien zur Prozessregelung. Bestimmung von Prozessfähigkeitsindizes. 11 • Prüfmittelmanagement: • Aufgaben des Prüfmittelmanagements. Rückführung von Messsystemen. 12 • Messunsicherheitsnanlyse:

	• Vorgehensweise nach GUM, VDA 5, Messsystemanalyse nach QS9000. Bestimmung der Messmittelfähigkeit. 13 • Qualitätsmanagement während des Feldeinsatzes I: • Fehlermanagement, Clearing Stelle, Fehlerabstellprozess, 8D-Report. 14 • Qualitätsmanagement während des Feldeinsatzes II: • Felddatenauswertung, Weibull-Analyse. Isochronen-Diagramm, MIS-Diagramme etc. 15 • Qualität und Recht: • Die Haftung beim Kaufvertrag, Garantie, Außenvertragliche Haftung und Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz (PHG), Deliktische Haftung und spezielle Haftungsregelungen etc.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Diese Vorlesung soll die Bedeutung der Messtechnik zur Beschreibung der Produktqualität sowie zur Beherrschung von Fertigungsprozessen aufzeigen. • Den Studierenden soll ein grundlegendes Verständnis der messtechnischen Zusammenhänge und Konzepte in der Produktion vermittelt werden. • Neben der Vorlesung physikalischer Messprinzipien und deren praktischer Anwendung in modernen Messsystemen, werden daher ebenfalls organisatorische und methodische Aspekte der Messtechnik erläutert. • Durch die aktive Teilnahme an dieser Vorlesung lernt der Studierende, dass das "Messen" mehr umfasst, als die reine Messdatenaufnahme und erlangt so das Bewusstsein, dass die Messtechnik ein integraler Bestandteil moderner Produktionsprozesse ist. • Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage Maßnahmen zur Überwachung der in Betrieb befindlichen Produkte zu ergreifen. • Die Studierenden kennen die rechtlichen Grundlagen der Produkthaftung. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Methodische Abstraktion und Lösungsfindung • Systematisch-analytisches Vorgehen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Qualitäts- und Personalmanagement " Mess- und Regelungstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Qualitäts- und Personalmanagement • Mess- und Regelungstechnik
Literatur	• Pfeifer, T., Schmitt, R.: Fertigungsmesstechnik; Oldenbourg 2001 • Schmitt, R., Pfeifer, T.: Qualitätsmanagement; Strategien - Methoden - Techniken; Hanser 2010
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Messtechnik und Qualität (401429101)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Messtechnik und Qualität	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Methoden im Qualitätsmanagement (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012557
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung • Prozess- und Produktqualität • Produktionsfluss, In-Line and Off-Line Qualitätssicherung 2 • Festlegung der Prüfmerkmale • Maßnahmen der Organisationsgestaltung • Tolerierung, TKSA 3 • Prüfplanung I • Einbindung in die Organisation • Prüfplan 4 • Prüfplanung II • FMEA und Prüfplanerstellung • APQP 5 • Messmittelauswahl I • Faktoren zur Auswahl von Messmitteln, z.B. Fähigkeit, Kosten, Flexibilität 6 • Messmittelauswahl II • IDENT 7 • Messmittelmanagement I • Messmittelbereitstellungskosten • Anzahl der Messmittel, Messmittelverfügbarkeit 8 • Messmittelmanagement II • Messmittelüberwachung: Wartung und Reparatur bzw. Kalibrierung In-House oder Fremdvergabe 9 • Statistische Methoden in der Fertigungsmesstechnik I • Grundlagen und Begriffe der Statistik • Bestimmung eines Prüfumfanges, Berechnung des Konfidenzintervalls 10 • Statistische Methoden in der Fertigungsmesstechnik II • Regressionsanalysen • Statistische Testverfahren 11 • Messdatenauswertung

	• Statistische Werkzeuge für die Prozessregelung 12 • Rückführbarkeit von Messergebnissen • VDA 5 13 • Qualitätssicherung im Qualitätsmanagement • Organisationsschnittstellen • Datentransfer 14 • Produktionslogistik und Prüfkosten I • Lager- und Transportkosten • Prüfort und Prüfumfang im Wertstrom 15 • Produktionslogistik und Prüfkosten II • Erhebung, Analyse und Layout
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen den Stand der Wissenschaft bezüglich Qualitätssicherungsmethoden. • Sie können die bestehenden Methoden und den jeweils erforderlichen organisatorischen Rahmen im Zusammenspiel bewerten. • Sie sind befähigt den wissenschaftlichen Hintergrund der Elemente der Qualitätssicherung zu analysieren und weiterzudenken. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Systematisch-analytisches Vorgehen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Methoden im Qualitätsmanagement (401255701)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Methoden im Qualitätsmanagement	1. Semester	2. Semester	-	4
Zertifikat DGQ Quality System Manager Junior	1. Semester	2. Semester	-	0

Modultitel	Optische Messtechnik und Bildverarbeitung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011662
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung • Grundbegriffe der Messtechnik • Grundlagen der Strahlenoptik 2 • Grundlagen der Wellenoptik • Lasersysteme • Messunsicherheit, Fehlerarten 3 • Triangulationsbasierte Verfahren • Streifenprojektion • Lichtschnittsensor 4 • Fokusbasierte Verfahren • Fokusabstandsensoren • Konfokale Mikroskopie 5 • Interferometrie I • Grundlagen • Ausführungen 6 • Interferometrie II • Anwendungsbereiche 7 • Faseroptische Messtechnik • Grundlagen der Faseroptik • Anwendungen 8 • Tomografie I • Prinzip • Anwendung 9 • Tomografie II • Algorithmik • Filterung 10 • Bildverarbeitungssysteme • Komponenten eines BV Systems • CCD und CMOS Sensoren

	11 • Beleuchtungskomponenten • Leuchtmittel • Beleuchtungstypen 12 • Faltung und Filter • Median-, und MW-Filter • Diskrete Faltung 13 • Segmentierung: • Pixelorientierte Verfahren • Modell- und Texturorientierte Verfahren 14 • Merkmalserkennung • Kantendetektoren • Bloberkennung 15 • Klassifikation • Merkmalsraum • Neuronale Netze
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Der Studierende erwirbt Kenntnisse der Optik • Der Studierende erwibt Kenntnisse der Messtechnik • Der Studierende kennt die Vielzahl eingesetzter optischer Messmittel und kann deren Vor-, Nachteile und Einsatzgebiete nennen • Der Studierende bekommt einen Überblick über Algorithmen, um Daten von optischen Systemen auszuwerten • Der Studierende erwirbt Kenntnisse der Signalverarbeitung im Labor (angewandt) Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Im Labor müssen Aufgaben als Team gelöst werden
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Physik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Physik
Literatur	• Pfeifer, T.: Fertigungsmesstechnik; R. Oldenburg Verlag, München, 2001 • Jähne, B.: Digitale Bildverarbeitung; Springer Verlag, Berlin, 2005 • Umdruck
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Optische Messtechnik und Bildverarbeitung (401166201)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Optische Messtechnik und Bildverarbeitung	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Optische Messtechnik und Bildverarbeitung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Qualitäts- und Projektmanagement (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010867
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführungsvorlesung: • Motivation der Vorlesung • Lerneinheiten und Lernziele im Überblick • Organisatorisches 2 • Qualitätsmanagement als Unternehmensparadigma: • Unternehmerisches Qualitätsverständnis • Aachener Qualitätsmanagementmodell 3 • Grundbedingungen des modernen Qualitätsmanagements: Grundlagen von Qualitätsmanagementsystemen • Kaizen, • PDCA • EFQM, etc. 4 • Problemlösungstechniken des Qualitätsmanagements: • Problemarten, • Datenerhebung, • Methoden der Problemlösung, etc. 5 • Präventive Methoden des Qualitätsmanagements: • QFD, • FMEA, • Quality • Gates, etc. 6 • Einsatz statistischer Methoden im Qualitätsmanagement: • Normalverteilung, • Korrelationsanalyse, etc. 7 • Six Sigma: Vom Methodenbaukasten zum integrierten Verbesserungsmanagement: • Grundlagen Six Sigma, • DMAIC-Zyklus, • SIPOC, • Project-Charter, etc. 8 • Einführung in das Projektmanagement: • Eigenschaften von Projekten mit Bezug auf Mensch, Technik und Organisation • Projektarten • Beispielhafte Großprojekte aus Forschung und Entwicklung

9
• Projektorganisation:
• Unterschiedliche Formen der Projektorganisation
• Vor- und Nachteile der Projektorganisationsformen
• Vorgehensmodelle im Projektmanagement

10
• Methoden des Projektmanagements I:
• Objekt-, funktions- und gemischtorientierter Projektstrukturplan
• Standard-Projektstrukturplan
• Zuständigkeitsmatrix
• Ablauf- und Terminplanung, insb. Zeitbandmodelle

11
• Methoden des Projektmanagements II:
• Graphentheoretische Elemente, Relationen und Begriffe zur Darstellung von Netzplänen #
• Critical Path Metod (CPM)
• Metr-Potential-Methode (MPM)

12
• Projektcontrolling:
• Organisatorische Eingliederung in die Aufbauorganisation
• Portofolio-Technik und Meilensteintrendanalyse
• Grundzüge des Earned Value Management

13
• Teamarbeit in Projekten:
• Merkmale und Formen von Gruppen- und Teamarbeit
• Charakteristika von Projektteams am Beispiel von Concurrent Engineering Teams
• Rollen, Aufgaben und Anforderungen in Projektteams

Lernziele/Lernergebnisse

Fachbezogen:

- Die Studierenden kennen die Ziele des Qualitätsmanagements hinsichtlich der Qualität von Produkten und der Effizienz und Effektivität von Prozessen in Unternehmen.
- Sie erlernen die Bedeutung zur Einführung von Qualitätsmanagementsystemen in das unternehmerische Umfeld und erkennen dabei erforderlichen Maßnahmen, Mitarbeiter aktiv in die Umsetzung einzubinden.
- Es wird ein Überblick über die Grundbedingungen eines modernen Qualitätsmanagements vermittelt, indem Qualitätsprogramme und Qualitätsmanagementsysteme thematisiert werden.
- Die Studierenden kennen wesentliche Methoden sowie Techniken der Problemlösung und verstehen die Abhängigkeiten zwischen diesen darzustellen.
- Die Studierenden sind vertraut mit den entscheidenden präventiven Methoden des Qualitätsmanagements (u.a. QFD, FMEA).
- Sie sind in der Lage, wichtige unternehmerische Entscheidungen basiert auf grundlegenden, relevanten statistischen Methoden zu treffen.
- Sie verstehen es, grundlegende Methoden aus dem Methodenumfang des Qualitätsmanagements systematisch-strukturiert im Rahmen von Verbesserungsprojekten anzuwenden.
- Die Studierenden sind mit grundlegenden Inhalten und Definitionen des Projektmanagements vertraut. Sie sind in der Lage, anhand charakteristischer Merkmale verschiedene Projektarten zu beschreiben und zu differenzieren.
- Die Studierenden können unterschiedliche Formen der Projektorganisation abgrenzen und kennen die Integration in die Primärorganisation im Unternehmen. Zudem sind sie in der Lage Phasenmodelle bzw. Vorgehensmodelle für unterschiedliche Projektarten zu beschreiben und verschiedenen Projektformen zuzuordnen.
- Die Studierenden kennen Objekt- und Funktionsprinzip zur Projektstrukturierung und können mit ihnen Projekte gliedern. Somit sind sie in der Lage, ausgehend von einer Projektdefinition einen Projektstrukturplan und damit auch eine modellhafte Abbildung eines Projektes zu erzeugen.
- Die Studierenden kennen grundlegende deterministische Methoden der Netzplantechnik. Mit Hilfe dieser Methoden sind sie in der Lage, eine Zeitplanung für Projekte durchzuführen und den kritischen Pfad eines Projektes zu ermitteln.
- Die Studierenden können eine organisatorische Eingliederung des Projektcontrollings in Projektorganisationsformen vornehmen. Zudem kennen sie die Aufgaben des Projektcontrollings in den unterschiedlichen Projektphasen (insb. Projektplanung, -überwachung und -steuerung). Zudem können die Studierenden als grundlegende Methodik des Projektcontrollings das Earned Value Management anwenden.
- Die Studierenden sind in der Lage, Projektteams anhand von Merkmalen zu charakterisieren und von anderen Gruppenarbeitsformen abzugrenzen. Sie kennen die Bedeutung von „weichen“ Faktoren für

	den Team- bzw. Projekterfolg, können wesentliche Einflussfaktoren benennen und Zusammenhänge aufzeigen. Nicht fachbezogen: - Einordnung von Soft-Skills in betriebliche Abläufe. - Systematische Analyse von Praxisfällen und eigenständige Erarbeitung von Lösungs- oder Verbesserungsvorschlägen (Methodenkompetenz).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Kommunikation und Organisationsentwicklung. " Managementgrundlagen für Ingenieure.
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Kommunikation und Organisationsentwicklung. • Managementgrundlagen für Ingenieure.
Literatur	Vorlesungsumdruck.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Qualitäts- und Projektmanagement (401086701)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Qualitäts- und Projektmanagement	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Qualitäts- und Projektmanagement	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Aerodynamik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014336
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 Ableitung der Sätze von Kutta-Zhukhovski, Thomson, Helmholtz 2 Ableitung und Diskussion des Biot-Savartschen Gesetzes und des Wirbelsatzes von Crocco 3 Ableitung der kompressiblen linearisierten Potentialgleichung 4 Darstellung der Ähnlichkeitsgesetze nach Prandtl-Glauert, von Karman und Tsien für den sub-, trans-, super- und hypersonischen Strömungsbereich 5 Diskussion der Geometrie des Tragflügels und der Profilsystematik 6 Diskussion der Berechnung der aerodynamischen Kräfte, Momente und Koeffizienten und der Referenzsysteme 7 Diskussion der Bewegungen des Flugzeugs und der klassischen funktionalen Abhängigkeiten der Auftriebs-, Widerstands- und Momentenbeiwerte vom Anstellwinkel 8 Einführung in die Methode der konformen Abbildung 9 Methode der konformen Abbildung für die angestellte ebene Platte und das symmetrische Zhukhovski Profil 10 Darstellung der Panelverfahren: Einführung in die Tropfentheorie 11 Darstellung der Panelverfahren: Einführung in die Skeletttheorie 12 Ableitung der fundamentalen Gleichung der Theorie dünner Profile 13 Darstellung der Normalverteilung von Birnbaum und Ackermann; Darstellung des Panelverfahrens für Profile endlicher Dicke mit Auftrieb 14 Darstellung des Einflusses der Reibung auf die Profileigenschaften
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten beherrschen die aerodynamische Auslegung von Flugzeugkomponenten. • Sie können die notwendigen mathematischen Grundlagen problemspezifisch auswählen und anwenden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) - Strömungsmechanik I, II Empfohlene Voraussetzungen: - Höhere Mathematik Voraussetzung für (z.B. andere Module) - Aerodynamik II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Strömungsmechanik I, II • Höhere Mathematik Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Aerodynamik II
Literatur	• Aerodynamik des Fluges I,II, H. Schlichting, E. Truckenbrodt• Fundamentals of Aerodynamics, J.D. Anderson
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Aerodynamik I (401433601)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Aerodynamik I	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Aerodynamik I	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Biologische und Medizinische Strömungstechnik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011555
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: Transportvorgänge im menschlichen Körper (Austausch der Atemgase, Aufnahme von Nährstoffen und Wasser, Pfortader & Lymphe), Ausscheidung urinpflichtiger Substanzen, Blutkreislauf) 2 • Einführung: Transportvorgänge in medizintechnischen Systemen, Aufgaben der Strömungsmechanik in der Medizin 3 • Blut als Transportmedium: Aufgaben, Zusammensetzung und Verteilung, rote Blutkörperchen (RBC), roter Blutfarbstoff, Membran der roten Blutkörperchen, Abbau der Erythrozyten 4 • Rheologie des Blutes: Definitionen, Fliessverhalten von Suspensionen, Blut als Suspension flexibler Teilchen 5 • Viskosität des Blutes: Methoden der Viskositätsmessung (Kugelfallvikosimeter, Kapillarviskosimeter für Newtonische und Nicht-Newtonische Fluide, Kegel-Platte-Viskosimeter, Couette-Viskosimeter) 6 • Viskositätsmodelle für Blutplasma und Vollblut: Copley, Chmiel, Casson, Merville & Pelletier 7 • Einflüsse auf die Zähigkeit des Blutes: Experimentelle Beobachtungen, physiologische Bedeutung des Fafraeus-Lindquist-Effekts 8 • Blutströmung: Einfluss des Kapillardurchmessers, pathophysiologische Einflüsse auf die Viskosität des Bluts 9 • Blutschädigung, Hämolyse: Allgemeine Anmerkungen, strömungsbedingte Hämolyse, Beobachtung bei medizinischen Systemen, Messung der Hämolyse 10 • Blutschädigung, Hämolyse: Untersuchung zur Hämolyse in Drosselorganen, Untersuchungen zum Einfluss des statischen Druckes, Untersuchung zum Einfluss von Schubspannungen 11 • Blutschädigung, Hämolyse: Geschichtlicher Rückblick, experimentelle Ermittlung des Einflusses von Schubspannungshöhe und Belastungsdauer auf Erythrozyten, sub-letale Schädigung roter Blutkörperchen 12 • Das Herz-Kreislaufsystem: Aufgabe und Anatomie des Herzens, Volumen- und Druckverläufe im Herzen während der Herzaktion 13 • Das Herz-Kreislaufsystem: Wichtige Herzgrößen und Normalwerte, Regelmechanismen des Herzens, Frank-Sterling-Mechanismus 14 • Das Herz-Kreislaufsystem: Das p-V-Diagramm des Herzens, Anatomie und Biophysik des Gefäßsystems
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten kennen und verstehen die Grundlagen biologischer und medizinscher Strömungen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I/II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Strömungsmechanik I/II
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder

ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Biologische und Medizinische Strömungstechnik I (401155501)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Biologische und Medizinische Strömungstechnik I	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Biologische und Medizinische Strömungstechnik I	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Biologische und Medizinische Strömungstechnik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011690
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: Strömungstechnik in Medizin und Biologie 2 • Mathematische Modelle zur Strömungssimulation durchströmter Systeme der Biologie: Das gesunde menschliche Herz 3 • Technische Modelle zur Strömungssimulation in Biologie und Medizin: Zweck, Ähnlichkeitsregeln, Vorgaben (Anatomie, Physiologie, technische Vorgaben) 4 • Messverfahren: Druckmessungen, Particle-Image Velocimetry, Strömungssichtbarmachung 5 • Strömung in elastischen Gefäßen: Grundgleichungen, Ausbreitung von Druckwellen 6 • Atemkreislauf: Grundlagen, Bestandteile, Nase (Aufbau, Funktion, Aufgaben, Strömungsfeld in der Nasenhöhle) 7 • Atemkreislauf: Aufgaben und Funktion der Lunge (physikalische und physiologische Beschreibung), Austauschmechanismus (Diffusion und Konvektion) 8 • Atemkreislauf: Druck-Volumen-Diagramm der Lunge, Strömungsstrukturen in der Lunge, Verzweigungsströmung 9 • Medizinischer Funktions- und Organersatz: Einleitung, Definitionen, Oxygenatoren (Funktion, Typen, Grundgleichungen) 10 • Strömungsfragen und Lösungen zum medizinischen Funktions- und Organersatz: Herzklappen, Herzunterstützung, Herzersatz 11 • Qualitätssicherung Medizinprodukten: Grundlagen, Methoden, Zertifizierung, Mess- und Prüftechnik 12 • Biologische Rezeptoren und Sensoren für Strömungsfelder: Einleitung, Aufgaben, Beispiele (Barorezeptoren, Regulation der Herz-Kreislaufsystems, Gehörorgan, Gleichgewichtsorgan, Seitenliniensystem von Fischen) 13 • Lokomotion von Lebewesen in Flüssigkeiten: Umströmte Körper, Reynoldszahlabhängigkeit, Strömungsanpassung von Rümpfen, Grundlagen zum Widerstand umströmter Körper

	14 • Strömungsbeispiele zu umströmten Systemen in der Natur (Bionik) • Aerodynamik des Insekten- und Vogelflugs, strömungsmechanischeKonzepte zur energetischen Optimierung (optimierte Körperform, reibungsarme Oberflächen, Formationsflug, Winglets)
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten kennen und verstehen die Grundlagen biologischer und medizinscher Strömungen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I/II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Strömungsmechanik I/II
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Biologische und Medizinische Strömungstechnik II (401169001)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Biologische und Medizinische Strömungstechnik II	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Biologische und Medizinische Strömungstechnik II	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Strömung in Turbomaschinen Labor (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014419
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Turbomaschinen spielen in weiten Teilen unseres Lebens eine bedeutende Rolle. Sie sind Antriebe nahezu aller modernen Flugzeuge, werden im Bereich der Stromerzeugung eingesetzt oder sind wichtiger Bestandteil in Anlagen der Prozessindustrie. Dabei werden immer höhere Anforderungen in Bezug auf Effizienz, Emissionen und Leistungsfähigkeit gestellt. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können ist ein tiefes Verständnis der Thermodynamik, Aerodynamik und Strukturmechanik von Turbomaschinen erforderlich. Aufbauen auf das Wissen aus Strömung in Turbomaschinen I wird in dieser Veranstaltung der Auslegungsprozess für eine Turbomaschinen Beschaufelung durchlaufen. In den ersten Terminen werden die erforderlichen Grundlagen kurz zusammengefasst. Anschließend legen die Studierenden in Kleingruppen eine Beschaufelung für eine vorgegebene Aufgabe aus. Neben der aerodynamischen Auslegung, für die typische Berechnungsverfahren für die Vorauslegung zum Einsatz kommen, erfolgt auch eine strukturmechanische Bewertung des Designs. In der abschließenden Prüfung stellen die Kleingruppen das Ergebnis ihrer Auslegung in Form einer Präsentation vor. Zudem erfolgt eine individuelle Prüfung zu theoretischen Grundlagen.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben einen Eindruck vom industriellen Arbeiten erhalten. • Erfolgreiche Umsetzung der theoretischen Grundlagen aus der Vorlesung "Strömungsmaschinen" in die Praxis. • Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig unter gegebenen Randbedingungen (Aerodynamik, Festikeit, Budget, etc.) und mit einfachen numerischen Berechnungsverfahren eine Turbomaschinenschaufel auszulegen. • Sie kenne die eingesetzte Messtechnik des Schaufelprüfstands zur Überprüfung Ihres Schaufeldesigns. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Teamarbeit. • Erfolgreiches Einsetzen von Projektplanungsinstrumenten. • Die Studierenden sind in der Lage, Ihre Ergebnisse in einer Präsentation darzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundlagen der Turbomaschinen Anwesenheitspflich im Labor
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen der Turbomaschinen
Literatur	Übungsunterlagen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Mündliche Prüfung • Referat • Anwesenheitspflicht

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	30,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lernraum zu Strömung in Turbomaschinen Labor (401441901)	1. Semester	2. Semester	0	0
Prüfung/Labor Strömung in Turbomaschinen (401441902)	1. Semester	2. Semester	2	2

Modultitel	Numerische Strömungsmechanik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011054
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung in die numerische Strömungsmechanik • Beispiele von Strömungssimulationen • Grundlegende Erhaltungsgleichungen • Variierende mathematische Formulierungen 2 • physikalische Bedeutung der Charakteristiken • Bestimmung des mathematischen Typs der Erhaltungsgleichungen • Charakteristische Form der Erhaltungsgleichungen 3 • Grundlagen der Diskretisierung von partiellen Differentialgleichungen • Abbruchfelder und Konsistenz 4 • Lösungsmethoden für skalare Gleichungen 5 • Stabilitätsanalyse von Anfangswertproblemen • Diskrete Strömungstheorie 6 • von Neumann Analyse • CFL Bedingung 7 • Hirt'sche Stabilitätsanalyse 8 • Einführung in die numerische Lösung von Randwertproblemen 9 • Klassische Iterationsverfahren • Konvergenz iterativer Lösungsmethoden 10 • ILU, Krylov-Unterraum Methoden 11 • Mehrgittermethoden 12 • Transformation der partiellen Differentialgleichungen in krummlinige Koordinaten • Abbruchfelder auf körperangepassten Netzen 13 • Diskretisierung auf unstrukturierten Netzen • adaptive Lösungsmethoden

	• Dreiecks- und Tetraedernetze • Hierarchische kartesische Netze 14 • Vektorisierung und Parallelisierung von Lösungsalgorithmen • Anwendungen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben detaillierte Kenntnisse der partiellen Differentialgleichungen der Strömungsmechanik. • Sie beherrschen die Grundlagen der Diskretisierung partieller Differentialgleichungen. • Sie können numerische Methoden für die Lösung partieller Differentialgleichungen anwenden. • Sie können Abbruchfehler numerischer Lösungsschemata bestimmen und verstehen deren Eigenschaften. • Sie verstehen die Stabilität und Konsistenz von Lösungsschemata. • Sie können Grenzwertprobleme mit iterativen Schemata lösen. • Sie beherrschen die Diskretisierung für verschiedene Netztypen. • Sie können Lösungsschemata auf verschiedenen Rechnerarchitekturen implementieren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Diskussion verschiedener Beispiel numerischer Strömungssimulation fördert das Verständnis theoretischer Aspekte in praktischen Anwendungen. • Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I,II " Höhere Mathematik " Thermodynamik Voraussetzung für (z.B. andere Module): " Numerische Strömungsmechanik II
(empfohlene) Voraussetzungen	notwendig: • Strömungsmechanik I,II empfohlen: • Höhere Mathematik • Thermodynamik
Literatur	• Numerical Computation of Fluid Dynamics, C. Hirsch • Computational fluid Dynamics, J.D. Anderson • Computational Methods for Fluid Flow; Peyret, Taylor • Computational Gasdynamics; Laney
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder Dr.-Ing. Matthias Meinke
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Numerische Strömungsmechanik I (401105401)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Numerische Strömungsmechanik I	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Numerische Strömungsmechanik I	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Failure of Structures and Structural Elements (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011486
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The course is an introduction into the most important failure theories of structures. The content is summarized as: • Recall of fundamentals in continuum mechanics • Notion of “failure” in mechanical engineering. • Geometry and deformation: strain tensors • Mechanical and thermal loading: stress tensors • Conservation laws • Material behaviour: elasticity, elasto-plasticity, hardening, damage • Anisotropy • Yield-conditions and flow rules in plasticity and visco-plasticity • Direct methods: Lower and upper bound theorems of limit analysis • Examples of application of the theorems of limit analysis • Direct methods: Lower and upper bound theorems of shakedown analysis • Examples of application of shakedown theory • Notion and concepts of fracture mechanics • Linear elastic fracture mechanics • Elastic-plastic fracture mechanics • J-integral and other path-independent integrals • Kinematic criteria • Examples of application of fracture mechanics • Use of finite element methods • Software features, examples

Lernziele/Lernergebnisse	In this course, students shall acquire the following:
	
	<u>Knowledge / Understanding:</u>
	The students will understand:
	• the physical effects leading to failure of structures and mechanical systems. This includes:
	  • excessive elastic deformations,
	  • buckling of load carrying elements,
	  • permanent plastic deformations,
	  • material damage,
	  • initiation and propagation of cracks
	• limit and shakedown theories, failure of structures and mechanical systems under monotonic and cyclic loads and determination of corresponding load-carrying capacities
	• the phenomenon of fracture and determination of critical loads for crack propagation
	• the most important failure types and their numerical description
	
	<u>Abilities / Skills:</u>
	The students will be able to
	• a) determine limit loads for structures
	• b) model the phenomenon of fracture and determine critical loads for crack propagation
	• c) transfer theoretical and mathematical models to actual engineering problems and implementation into design codes

	• d) apply State-of-the-art numerical methods for the use of failure criteria in applied mechanical engineering The exercises are integrated in the lecture so that the students work individually or in groups on practical examples.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-none-
Literatur	• Lecture Notes • J. Lemaitre, J.-L. Chaboche: Mechanics of materials, Cambridge University Press, Cambridge, 1994 • J.A. König: Shakedown of elastic-plastic structures, Elsevier, Amsterdam, 1987
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Failure of Structures and Structural Elements (401148601)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Failure of Structures and Structural Elements	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Numerische Strömungsmechanik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011018
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Einführung in die Lösung von Anfangswertproblemen • Wärmeleitungsgleichung • Programmbeispiele 2 • Numerische Lösung der Grenzschichtgleichungen • Linearisierung impliziter Lösungsverfahren • Anwendungsbeispiele 3 • Einführung in die Lösung linearer hyperbolischer Gleichungen • Numerische Lösung der Potentialgleichung • Anwendungsbeispiele 4 • Upwind und zentrale Diskretisierungen • Transporteigenschaften der Diskretisierungen • Dissipativer und dispersiver Abbruchfehler 5 • Einführung in die Lösung der Euler Gleichungen • Verschiedene Formen der Euler Gleichungen 6 • Diskontinuierliche Lösungen der Euler Gleichungen • Rankine Hugoniot Beziehungen 7 • Einführung in die Upwind Verfahren der Euler Gleichungen 8 • Ableitung des Flux-Difference Splitting Schemas 9 • Flux-Vector Splitting • Diskretisierung höherer Ordnung 10 • Explizite Schemata zur Lösung der Euler Gleichungen • MacCormack, Runge-Kutta etc. Methoden 11 • Konvergenzbeschleunigung • FAS Mehrgittermethoden, lokale Zeitschrittverfahren 12 • Implizite Schemata zur Lösung der Euler Gleichungen • Linearisierungen der Euler Gleichungen

	• Duale Zeitschrittverfahren 13 • Diskretisierung der Euler Gleichungen auf unstrukturierten Netzen • Formulierung von Upwind Schemata 14 • Numerische Lösung der Euler Gleichungen für das Stoßrohrproblem • Anwendungsbeispiel
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten beherrschen die die Entwicklung von Lösungsalgorithmen für Systeme von partiellen Differentialgleichungen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.): " Numerische Strömungsmechanik I " Strömungsmechanik I, II " Thermodynamik " Höhere Mathematik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Numerische Strömungsmechanik I • Strömungsmechanik I, II • Thermodynamik • Höhere Mathematik
Literatur	• Numerical Computation of Fluid Dynamics, C. Hirsch • Computational fluid Dynamics, J.D. Anderson • Computational Methods for Fluid Flow; Peyret, Taylor • Computational Gasdynamics; Laney
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Numerische Strömungsmechanik II (401101801)	1. Semester	2. Semester	3	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Numerische Strömungsmechanik II	1. Semester	2. Semester	-	1
Übung Numerische Strömungsmechanik II	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Strömungsmessverfahren I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010886
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Herleitung der Grundgesetze der Strömungsmechanik: Kontinuitätssatz, Bernoulli-Gleichung, Impulssatz 2 • Ähnlichkeitsparameter und ihre Bedeutung: Geometrische Ähnlichkeit, Eulerzahl, Reynoldszahl, Froudezahl, Machzahl, Strouhalzahl 3 • Grundgleichungen für kompressible Strömungen: Energiesatz, Laval-Düse, senkrechte und schräge Verdichtungsstöße 4 • Druckmessung: Druckmesssonden, Versperrung, Barkereffekt, Scherströmung 5 • Druckmessung: Venturi-Düse, Richtungsabhängigkeit, kompressible Strömungen 6 • Druckmessung: Machzahlmessung, statische Druckmessung, Richtungsmessung 7 • Rohrströmung: laminare und turbulente Rohrströmung, Druckverlust in Rohrströmungen, Mengenmessung in strömenden Medien, Messung der Geschwindigkeitsverteilung im Rohr 8 • Mengenmessung mit Düsen und Blenden: Verlustlose Düse, Drosselgeräte, Drosselgeräte für kleine Re-Zahlen, Venturi-Düse 9 • Mengenmessung mit Düsen und Blenden: Druckverlust bei Drosselgeräten, Drosselgeräte für Ein- und Auslaufmessungen, Drosselgeräte bei kompressibler Durchströmung 10 • Messverfahren für Wandschubspannungen: theoretische Grundlagen (universelles und logarithmisches Wandgesetz) 11 • Methoden zur Messung der örtlichen Wandreibung: Mechanische Verfahren, Oberflächenelemente, Hitzdraht in laminarer Unterschicht, Wandschubspannungsmessung mit Drucksonden), optische Wandreibungsmessverfahren 12 • Transitionserkennung: Grundlagen, laminar-turbulenter Umschlag, Grundlagen der Hitzdrahtanemometrie, Turbulenzmessung mit Einzeldraht, messtechnische Probleme bei Grenzschichtablösung 13 • Temperaturmessung: Grundlagen, Thermoelekrische Messverfahren

	14 • Einführung in die optischen Messverfahren: Laser-Doppler-Anemometrie, Schlieren-Verfahren, Schatten-Verfahren, Particle Image Velocimetry
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden beherrschen die die Grundlagen der verschiedenen in der Strömungstechnik verwendeten Messverfahren. • Sie können problemangemessen die geeigneten Messverfahren auswählen und anwenden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Voraussetzung für (z.B. andere Module) - Strömungsmessverfahren II Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) - Strömungsmechanik I/II,
(empfohlene) Voraussetzungen	Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Strömungsmessverfahren II Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) • Strömungsmechanik I/II
Literatur	• Vorlesungsskript • Fluid Mechanic Experiments; Goldstein
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strömungsmessverfahren I (401088601)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strömungsmessverfahren I	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Strömungsmessverfahren II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014352
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: Strömungsvisualisierungsverfahren, Pressure sensitive paint (PSP), Geschwindigkeitsmessverfahren 2 • Strömungsvisualisierungsverfahren: Schattenverfahren, Schlierenverfahren, Farbschlierenverfahren, Background oriented Schlieren (BOS) 3 • Strömungsvisualisierungsverfahren: Differentialinterferometrie, Mach-Zehnder-Interferometrie, Ölanstrichverfahren 4 • Holographische Strömungsmessverfahren: Grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund, holographische Interferometrie, holographische Tomographie 5 • Pressure sensitive paint: Einführung, grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund 6 • Pressure sensitive paint: Anwendungen 7 • Laser Doppler Anemometrie: Einführung, grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund 8 • Laser Doppler Anemometrie: Einführung in die Lasertechnik, Photomultiplier, Strahloptik, Sende- und Empfangsoptik, Frequenzshift (Bragg-Zellen) 9 • Laser Doppler Anemometrie: Arbeitsverfahren (forward/backward scatter), Brechungsindexanpassung, Partikelgrößenbestimmung, zwei- und drei-Komponenten LDA-Systeme 10 • Laser Doppler Anemometrie: Anwendungen, Turbulenzmessung 11 • Particle-Image Velocimetry: Einführung, grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund 12 • Particle-Image Velocimetry: Einführung in die Lasertechnik, Kameratechnik, Tracer-Partikel, Lichtschnitt-Optik, Bildauswertung 13 • Particle-Image Velocimetry: Scanning PIV, stereoskopische PIV, holographische PIV 14 • Particle-Image Velocimetry: Anwendungen

Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden beherrschen die die Grundlagen der verschiedenen in der Strömungstechnik verwendeten Messverfahren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I, II " Strömungsmessverfahren I
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Strömungsmechanik I, II • Strömungsmessverfahren I
Literatur	Fluid Mechanic Experiments; Goldstein
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder Dr.-Ing. Michael Klaas
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strömungsmessverfahren II (401435201)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Strömungsmessverfahren II	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Fahrzeug- und Windradaerodynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011490
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1-3 • Strömungsphänomene bei der Umströmung stumpfer Körper • Kräfte und Momente • Grenzschichten • Abgelöste Strömungen • Beeinflussung des Totwassers • Bodennähe 4-8 • Fahrzeuge • Automobile • Fahrleistungen • Luftkräfte • Fahrtrichtungshaltung • Linearisiertes Fahrzeugmodell • Strömungen auf der Oberfläche • Hochleistungsfahrzeuge • Eisenbahnen • Fahrleistungen • Widerstand • Fahrt bei Seitenwind • Kopfwelle • Fahrt durch Tunnel 9-15 • Windkraftanlagen • Windmühlen und Windräder • Bauformen von Windkraftanlagen • Physikalische Grundlagen der Windenergiewandlung • Aerodynamik des Rotors • Mathematische Modelle und Berechnungsverfahren • Rotornachlaufströmung • Aerodynamik der Vertikalachsen-Rotoren • Aerodynamik des Turms • Kräfte und Momente bei statischer Windlast • Dynamische Beanspuchung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben haben umfangreiche Kenntnisse auf dem Gebiet der auf Bauteile bezogenen Strömungsmechanik • Sie beherrschen die strömungsmechanischen Grundlagen und Berechnungsmethoden und können diese auf verschiedene bauteilspezifische Strömungsprobleme anwenden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Mathematik " Thermodynamik

	" Strömungsmechanik I, II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Mathematik • Thermodynamik • Strömungsmechanik I, II
Literatur	• Vorlesungsunterlagen • Strömungslehre für den Maschinenbau; Siekmann • Applied Fluid Mechanics; R. L. Mott
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fahrzeug- und Windradaerodynamik (401149001)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fahrzeug- und Windradaerodynamik	2. Semester	1. Semester	-	3
Übung Fahrzeug- und Windradaerodynamik	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Business Engineering (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011016
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Unternehmensführung & Wandel I 2. Unternehmensführung & Wandel II 3. Corporate Governance 4. Prozessmanagement I 5. Prozessmanagement II 6. Controlling & Finanzielle Führung I 7. Controlling & Finanzielle Führung II 8. Controlling & Finanzielle Führung III 9. Investitions- und Wirtschaftlichkeitsrechnung 10. Innovationsmanagement 11. Finanzierung I 12. Finanzierung II 13. Marketing I 14. Marketing II 15. Technologiemanagement
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studenten lernen die Grundlagen des Managements produzierender Unternehmen. Sie verstehen die grundlegenden Anforderungen verschiedener Managementbereiche und kennen die entsprechenden Modelle, Theorien und Methoden. Sie sind in der Lage, das Gelernte kritisch zu reflektieren und auf real existierende Problemstellung zu übertragen. Sie erhalten damit das grundlegende Handwerkszeug, das in sämtlichen Managementebenen von essentieller Bedeutung ist. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studenten erhalten aufgrund von Praxisbeispielen einen Einblick in produzierende Unternehmen und schulen im Rahmen der Übung die Fähigkeit der Präsentation ihrer Ergebnisse. Einige Übungen basieren auf Rollenspielen zwischen den Studenten, so dass auch die soziale Kompetenz geschult wird.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh

ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Business Engineering (401101601)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Business Engineering	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Business Engineering	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Modellierung der Laserfertigungsverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013309
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Übersicht der Inhalte und Definition der 10 Lernziele • Rolle des Ingenieurs in der interaktiven Zusammenarbeit mit naturwissenschaftlichen Disziplinen • Grundzüge der Erkenntnistheorie (Karl Popper) 2 • Laserstrahlung, Helmholtzgleichung, Reduziertes Modell: SVE-Approximation • Lernziel 1: Gaußscher Strahl, Strahlführung und -formung 3 • Reflexion, Transmission und Absorption von Strahlung • Grenzfall kleiner Verschiebungsströme, optische Parameter 4 • Technische Aufgabenstellung und Fallbeispiele: • Schneiden mit Laserstrahlung • Lernziel 3: Merkmale des Qualitätsschnittes 5 • Physikalische Aufgabenstellung zum Schneiden (Freie Randwertaufgaben) und Identifikation der qualitätsdefinierten Prozeßdomänen • Lernziel 4: Zuordnung physikalischer Phänomene zur Ausbildung von Qualitätsmerkmalen 6 • Technische Aufgabenstellung und Fallbeispiele: Bohren mit Laserstrahlung • Physikalische Aufgabenstellung und die 5 dominanten physikalischen Phänomene • Lernziel 5: Qualitätsmerkmale der Bohrung 7 • Mathematische Modellbildung Ia: Zeitskalen • Freiheitsgrade und Dimension im Phasenraum • Separation von Zeitskalen in einfachen dissipativen dynamischen Systemen • Lernziel 6a: Separation von Zeitskalen 8 • Mathematische Modellbildung Ib: Längenskalen • Grenzschichten der Wärmeleitung mit bewegten Rändern • Lernziel 6b: Separation von Längenskalen 9 • Mathematische Modellbildung IIa: Freie Randwertaufgaben (FRA) für die feste Phase • Reduziertes Modell für die FRA : Bewegung der Schmelzfront, integrale Methoden, Variationsformulierung • Lernziel 7: Heizphase und Schmelzphase beim Abtragen 10 • Mathematische Modellbildung IIb: FRA für die flüssige Phase • Navier-Stokes Gleichungen, Materialgleichungen, Randwerte

	11 • Mathematische Modellreduktion: Schmelzströmung • Reduziertes Modell für die Strömung in dünnen Filmen • Lernziel 8: Grenzschichtcharakter, integrale und spektrale Methoden 12 • Modellreduktion und Lösung mit kontrolliertem Fehler: • Schmelzströmung bei kleinen Reynoldszahlen • Strukturelle Stabilität des reduzierten Modells: • Lubrikationsnäherung, Finger- und Tropfenbildung • Lernziel 9: Kriechströmung und Korrekturen nach der Reynoldszahl, exakte Lösung einer Modellaufgabe für beliebige Reynoldszahl 13 • Globale Eigenschaften der Lösung von Bilanzen der Masse, des Impulses und der thermischen Energie • Lernziel 10: Skalen für die Wahl der Verfahrensparameter beim Schneiden und Bohren mit Laserstrahlung 14 • Zusammenfassende Diskussion der Lernziele • Aktuelle Fragestellungen aus der Forschung und Entwicklung der Laser-Fertigungsverfahren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen freie Randwertaufgaben und integrale Lösungsmethoden • Sie beherrschen die nichtlineare Stabilitätsanalyse mit spektralen Methoden • Sie beherrschen die Analyse der strukturellen Stabilität von Modellgleichungen • Sie kennen die Grundlagen zu 3 Lasertypen (räumliche Verteilung der Laserstrahlung, Fresnel Zahl, Invariante der Strahlausbreitung, zeitliche Pulsform) • Sie beherrschen folgende theoretische Grundlagen: • Helmholtzgleichung, Beugung, optische Materialparameter, Transmission, Reflexion, Absorption, Fresnel Formeln, Polarisation von Materie und Strahlung • Navier-Stokes Gleichungen für Massen-, Energie- und Impulsbilanz. Strömung in dünnen Filmen (Grenzschichtcharakter) • Dissipation in dynamischen, verteilten Systemen (inertiale Mannigfaltigkeit) Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden verstehen die interaktive Zusammenarbeit von Ingenieur, Physiker und Mathematiker zur Anwendung modellgestützter Methoden zur Diagnose von Laser-Fertigungsverfahren • Sie lernen in mehreren Projektbeispielen die Anwendung modellgestützter Methoden zur Lösung praktischer Aufgabenstellungen kennen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Voraussetzung für: " Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren
(empfohlene) Voraussetzungen	Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren
Literatur	• W. Schulz, C. Hertzler, Cutting: Modeling and data, in: Martienssen, M.(Hrsg.): New Series Landolt-Börnstein, Group: Advanced Materials and Technologies, Volume VIII/1: Laser Physics and Applications, Sub-volume VIII/1C: Laser Applications, 2004, S. 187-215. ISBN 1619-4802 • R. Poprawe, Lasertechnik für die Fertigung, Springer Verlag 2005, ISBN 3-540-21406-2
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang Schulz
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Modellierung der Laserfertigungsverfahren (401330901)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Modellierung der Laserfertigungsverfahren	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013320
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Übersicht der Inhalte und Definition der Lernziele • Wiederholung der 10 Lernziele aus dem Modul "Modellierung der Laser-Fertigungsverfahren" 2 • Herleitung und Vertiefung der Anwendung integraler Methoden für die Wärmeleitung mit Stefan-Randbedingung • Lernziel 1: Variationsformulierung im Vergleich zur direkten Integration in einer räumlichen Dimension 3 • Spektrale Methoden zur Kontrolle des Fehlers bei integralen Methoden: Räumlich eindimensionale Modellaufgaben • Eigenfunktionen eines Differentialoperators, Spektrale Zerlegung nichtlinearer Aufaben nach Eigenfunktionen, diskrete und kontinuierliche Spektren • Lernziel 2: Separation der Variablen und Zusammenhang mit spektralen Methoden, Anwendung spektraler Methoden 4 • Asymptotische Entwicklung partieller Differentialgleichungen und deren Lösung an einer Modellaufgabe der Wärmeleitung • Lernziel 3: Identifikation charakteristischer dynamischer Variablen, Freiheitsgrade inertialer Mannigfaltigkeiten 5 • Auffinden dimensionsloser Gruppen, Buckinghamsches Pi-Theorem • Definition und physikalische Bedeutung von Peclet-, Reynolds-, Marangoni- und Stefan Zahl • Lernziel 4: Physikalische Bedeutung dimensionsloser Gruppen von Systemparametern und der Dimension im Phasenraum 6 • Optische Moden in passiven Lichtleitfasern • Numerische Apertur, Totalreflexion, Maximale Modenzahl, Modenkopplung • Optische Anregung in aktiven Fasern und Dissipation • Lernziel 5: Strahlerzeugung und –führung in Lichtleitfasern 7 • Langsame Oberflächen in dynamischen Systemen • Anwendungen der Zeitskalentrennung • Lernziel 6: Thermische Wirkung großer und kleiner Peclet-zahl 8 • Modellaufgaben zur Strömung in dünnen Filmen • Anwendungen der spektralen Methoden: -Porenbildung beim Schweißen -Verschlußbildung beim Bohren • Lernziel 7: Zusammenhang von Zeitskalen und der Ausprägung von Qualitätsmerkmalen 9 • Verdampfung und Rekondensation von Metallen I

	• Vergleich der Modell von Aden mit Aoki und Sone • Lernziel 8: Phasenübergänge beim Abtragen und Schweißen 10 • Modelle der Verdampfung und Rekondensation von Metallen II • Laplace-Druck, Verdampfung und Rekondensation als antreibende Kräfte durch Gradienten des Druckes, Navier-Stokes Gleichungen, Materialgleichungen, Randwerte • Lernziel 9: Bilanzen und Randwerte der Impulsbilanz an idealisierten Grenzflächen 11 • Technische Fallbeispiele I: Bohren mit Laserstrahlung 12 • Technische Fallbeispiele II: Schweißen mit Laserstrahlung 13 • Zusammenfassende Diskussion der Lernziele • Aktuelle Fragestellungen aus der Forschung und Entwick-lung der Laser-Fertigungsverfahren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen freie Randwertaufgaben und integrale Lösungsmethoden • Sie beherrschen die nichtlineare Stabilitätsanalyse mit spektralen Methoden • Sie beherrschen die Analyse der strukturellen Stabilität von Modellgleichungen • Sie können die maximale Anzahl dimensionsloser Gruppen von Randwertaufgaben bestimmen • Sie verstehen den Zusammenhang von Randbedingungen, Randwerten und der Lösungsstruktur der Navier-Stokes Gleichungen • Sie kennen die einzelnen Terme der Navier-Stokes Gleichungen für Massen-, Energie- und Impulsbilanz und verstehen deren grundlegende Wirkung und deren Wechselwirkung • Sie können die dynamischen Lösungseigenschaften den Merkmalen von Qualität des Produktes und der Produktivität des Verfahrens beim Bohren und Schneiden zuordnen • Sie kennen Beispiele für die Anwendung von Methoden zur Dimensionsreduktion in dissipativen Systemen, verstehen die Trennung von Längen- und Zeitskalen in einfachen Systemen und können diese durchführen • Detaillziele s. unten Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden verstehen die interaktive Zusammenarbeit von Ingenieur, Physiker und Mathematiker zur Anwendung modellgestützter Methoden zur Diagnose von Laser-Fertigungsverfahren • Sie lernen in mehreren Projektbeispielen die Anwendung modellgestützter Methoden zur Lösung praktischer Aufgabenstellungen kennen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Modellierung der Laserfertigungsverfahren
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• W. Schulz, C. Hertzler, Cutting: Modeling and data, in: Martienssen, M.(Hrsg.): New Series Landolt-Börnstein, Group: Advanced Materials and Technologies, Volume VIII/1: Laser Physics and Applications, Sub-volume VIII/1C: Laser Applications, 2004, S. 187-215. ISBN 1619-4802 • R. Poprawe, Lasertechnik für die Fertigung, Springer Verlag 2005, ISBN 3-540-21406-2
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang Schulz
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren (401332001)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Modellreduktion und Simulation der Laserfertigungsverfahren	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Konstruieren mit spröden Werkstoffen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014371
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2012
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Einer nachhaltigen Etablierung spröder Konstruktionswerkstoffe in einem breiten Anwendungsfeld steht bisher der niedrige Stellenwert der Materialauswahl, sowohl in den Konstruktionsabteilungen der Unternehmen, als auch im Konstruktionsprozess selbst entgegen. Die Vorlesung Konstruieren mit spröden Werkstoffen verfolgt daher das Ziel, die Bedeutung der Materialauswahl im Produktenstehungsprozess durch die Anwendung werkstoffspezifischer Gestaltungsregeln zu stärken und somit das volle Potenzial dieser Werkstoffe für möglichst viele Anwendungen weit über die Grenzen einer reinen Werkstoffsubstitution nutzbar zu machen. Für die wichtigsten Werkstoffklassen Hochleistungskeramik, Hartmetall, Werkzeugstähle und intermetallische Phasen werden anhand der thermo-mechanischen und tribologischen Eigenschaftsprofile die charakteristischen Unterschiede spröder und duktiler Konstruktionswerkstoffe diskutiert. Es folgt eine Einführung in die linear-elastische und statistische Bruchmechanik sowie die Vorstellung von Festigkeitshypothesen und probabilistischer Auslegungskriterien für den Lebensdauernachweis unter statischer und zyklischer Beanspruchung. Schließlich werden Verfahren zur Ermittlung der bruchstatistischen Kennwerte an Proben und Methoden zur Übertragung auf Bauteile behandelt. Ein wesentlicher Teil der Vorlesung ist die Vorstellung und Anwendung werkstoffspezifischer Gestaltungsprinzipien und –richtlinien in der Konstruktionsmethodik. Besonderes Augenmerk gilt dabei der Identifikation konstruktions- und fertigungsrelevanter Werkstoffeigenschaften sowie der Auswahl werkstoffklassenspezifischer Fertigungsverfahren. Ausführlich werden gestalterische Richtlinien für ein Werkstoff-, Belastungs-, Formgebungs- und Fertigungs- sowie Montage- bzw. Fügegerechtes Design vorgestellt. Abschließend werden Methoden und Verfahren zum Nachweis der Bauteilzuverlässigkeit vorgestellt. Hierzu sind Praxisübungen mit Anwendung numerischer Postprozessoren am PC vorgesehen. Anhand einer Vielzahl von Praxisbeispielen aus den Bereichen der Hochtemperatur- und Energietechnik, Triboanwendungen und Anlagenbau werden mit besonderem Fokus auf die Fügetechnik die vorgestellten Grundlagen erläutert und vertieft.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: - Die Studierenden lernen die charakteristischen Eigenschaftprofile spröder Werkstoffe kennen. - Sie sind in der Lage konstruktionsrelevante Werkstoffeigenschaften zu identifizieren - Sie erlernen Methoden zur bruchstatischen Bauteilauslegung und Zuverlässigkeitsanalyse unter thermo-mechanischer Beanspruchung - Sie kennen die wichtigsten werkstoffklassenspezifischen Gestaltungsrichtlinien - Die Studierenden sind in der Lage die Gestaltungsprinzipien und –richtlinien in der Konstruktionsmethodik anzuwenden Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): Die Übungen werden dazu genutzt, die Studierenden unter Anleitung des wissenschaftlichen Personals Aufgaben ausarbeiten und präsentieren zu lassen. Dadurch werden die kommunikativen Fähigkeiten und der Umgang mit Präsentationstechniken gestärkt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-

(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • Keine Empfohlene Voraussetzungen: • Keine
Literatur	- Umdruck zur Vorlesung - Creyke, W.E.C. Sainsbury, I.E.J., Morrel, R.: Design with Non-ductile Materials, Applied Science Publishers Ltd. 1982, ISBN 0-85334-149-4. - Ashby, M. F.; Fleck, C.; Wanner, A.: Materials selection in mechanical design:das Original mit Übersetzungshilfen. Easy Reading. Heidelberg: Spektrum, Akad. Verlag 2007, ISBN 978-3-8274-1762-6.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	schriftlich oder mündlich
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christoph Broeckmann Dipl.-Ing. Alexander Bezold
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Konstruieren mit spröden Werkstoffen (401437101)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Konstruieren mit spröden Werkstoffen	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Konstruieren mit spröden Werkstoffen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Verfahren der Oberflächentechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014434
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in die Oberflächentechnik • Technische Oberflächen, Oberflächen als Phasengrenzen zur Umgebung • Benetzung von Oberflächen durch Flüssigkeiten • Haftungsmechanismen zwischen Schicht und Grundwerkstoff • Funktion von Oberflächen 2 • technische Nutzung von Plasma • thermische und nichtthermische Plasmen 3 • elektrochemische Metallabscheidung • Galvanik, chemische Metallabscheidung 4 • Konversionsverfahren • Anodisieren, Phosphatieren, Chromatieren, Brünieren 5 • Thermochemische Diffusionsverfahren • Einsatzhärten, Nitrieren, Borieren, Chromieren, Alitieren, Silizieren 6 • PVD - Physical Vapor Deposition • Magnetron Sputtering Ion Plating, Arc Ion Plating, Niedervoltbogenentladung, Elektronenstrahl-PVD 7 • CVD – Chemical Vapor Deposition • Hochtemperatur-CVD, Plasma-CVD, Hot-Filament-CVD 8 • Sol-Gel-Verfahren • Schmelztauchverfahren 9 • Thermisches Spritzen • Flammspritzen, Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Kaltgasspritzen, Lichtbogenspritzen, Plasmaspritzen 10 • Löten (Auftraglöten, Auflöten von Panzerungen) • Auftragschweißen 11 • ökologische, ökonomische, technische Potentiale der Oberflächentechnik • thermische, chemische, mechanische Belastungen auf Oberflächen • Vorbehandlung, Oberflächenmodifikation, Beschichtung, Nachbehandlung • Anforderungen an Schicht, Verbund, System

	12 • Modellierung und Simulation in der Oberflächentechnik • Prozesssimulation, Werkstoffsimulation
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Studenten können die wichtigsten Verfahren der Oberflächentechnik beschreiben. • Studenten können das jeweilige Verfahrensprinzip skizzieren und das Funktionsprinzip erklären. • Studenten kennen zu jedem Verfahren der Oberflächentechnik typische Anwendungsbeispiele • Studenten können hinsichtlich Konstruktion, Werkstoff und Schutzfunktion die Verfahren der Oberflächentechnik voneinander abgrenzen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Oberflächentechnik Teil 1 " Hochleistungswerkstoffe
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Oberflächentechnik Teil 1 • Hochleistungswerkstoffe
Literatur	• Foliensatz zur Vorlesung, ca. 300 Seiten am IOT erhältlich • Buch „Oberflächentechnik im Maschinenbau“ Wiley-Verlag • Buch „Industrial Tribology“ Wiley-Verlag (in Englisch)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessorin Dr.-Ing. Kirsten Bobzin
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Verfahren der Oberflächentechnik (401443401)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Verfahren der Oberflächentechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Verfahren der Oberflächentechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Hochtemperatur-Werkstofftechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011683
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2012
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Vorlesung Hochtemperatur-Werkstofftechnik behandelt Fragen der Werkstoffmechanik in Anwendungen bei erhöhter Temperatur. Generell werden darunter Betriebstemperaturen oberhalb von 500 °C verstanden, die in vielen Bauteilen in der Kraftwerkstechnik sowie in Flugtriebwerken und Verbrennungsmotoren auftreten. Zunächst werden wesentliche Auswirkungen erhöhter Temperatur auf das mechanische Verhalten von kristallinen Werkstoffen vorgestellt: die temperaturabhängige Fließgrenze, das zeitabhängige Kriechen, die Relaxation. Diese Phänomene werden auf metallphysikalische Mechanismen wie Diffusionsprozesse und die Bewegung von Versetzungen zurückgeführt. Die für die Bauteilauslegung relevanten Gleichungen für das zeitabhängige Werkstoffverhalten werden für den Fall der einachsigen Beanspruchung besprochen. Es folgt die Behandlung von Bruchvorgängen bei erhöhten Temperaturen. Nach der Darstellung der Bruchmechanismen werden Ansätze vorgestellt, die eine Extrapolation der Lebensdauer von Bauteilen unter Hochtemperaturbeanspruchung erlauben. Ein wesentlicher Teil der Vorlesung ist Ermüdungsvorgängen bei erhöhter Temperatur, insbesondere der Kriech-Ermüdungs-Wechselwirkung gewidmet. In diesem Zusammenhang werden auch die wichtigsten Alogrithmen in den einschlägigen Regelwerken für drucktragende Bauteile behandelt. Die wichtigsten Gruppen warmfester Werkstoffe werden vorgestellt. Ausgehend von den bei der Legierungsentwicklung und Wärmebehandlung genutzten metallphysikalischen Wirkmechanismen ergeben sich bestimmte Eigenschaftsprofile, welche die Anwendungsfelder der einzelnen Werkstoffe bestimmen. Schwerpunktsmäßig werden die warmfesten Stähle und die Nickelbasis-Superlegierungen inklusive ihrer gerichtet erstarrten und einkristallinen Varianten besprochen. Darüberhinaus behandelt die Vorlesung Werkstoffe auf Kobaltbasis, höchst warmfeste Wolfram- und Molybdänlegierungen, als Konstruktionswerkstoffe genutzte intermetallische Phasen und einige technische Keramiken, die in Hochtemperaturanwendungen eingesetzt werden.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden lernen die wesentlichen Auswirkungen erhöhter Temperatur auf das mechanische Verhalten vorwiegend metallischer, aber auch keramischer Werkstoffe kennen. • Sie verstehen die metallphysikalischen Mechanismen, die zu zeitabhängiger plastischer Verformung und Schädigung führen. • Sie erlernen Methoden zur Auslegung von Bauteilen unter Hochtemperaturbeanspruchung • Sie kennen die wichtigsten Gruppen der Hochtemperaturwerkstoffe und ihre Anwendungsfelder. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Übungen werden dazu genutzt, die Studierenden unter Anleitung des Wissenschaftlichen Personals Aufgaben ausarbeiten und präsentieren zu lassen. Dadurch werden die kommunikativen Fähigkeiten und der Umgang mit Präsentationstechniken gestärkt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: - Werkstoffkunde I (Metalle)
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: - Werkstoffkunde I (Metalle)

	Empfohlene Voraussetzungen: - Keine
Literatur	• Skript zur Vorlesung • El Magd, A.: Hochtemperatur-Werkstofftechnik; Shaker-Verlag, Aachen, 2009 • Bürgel, R.: Handbuch Hochtemperatur-Werkstofftechnik; Vieweg Verlag, Wiesbaden,2006
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche oder mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christoph Broeckmann Dr.-Ing. Ewald Pfaff
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Hochtemperatur-Werkstofftechnik (401168301)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Hochtemperatur-Werkstofftechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Hochtemperatur-Werkstofftechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Qualität und Recht (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011661
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Inhalte des Seminars sind rechtliche Grundlagen für Ingenieure. Detaillierte Inhalt sind: 1. Vertragliche Haftung: Gewährleistungsansprüche, Abgrenzung Kaufvertrag/Werkvertrag, Werklieferungsvertrag, Dienstvertrag 2. Herstelklerspezifische Pflichten: Konstruktionspflicht, Fabrikationspflicht, Instruktionspflicht 3. Außervertragliche Haftung: Produkthaftungsgesetz, Produzentenhaftung 4. Produktsicherheitsgesetz, Maschinenrichtlinie, Kodex des Kraftfahrbundesamtes 5. Strafrechtliche Produktverantwortung 6. Versicherbarkeit: Produkthaftpflicht, Rückrufkosten und Erprobungsklausel 7. Maßnahmen zur Risikominimierung: Qualitätsmanagementsystem, Wareneingangs-/ausgangsprüfung, Complaint Handling und Marktbeobachtung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: Die Veranstaltung soll bei den Studierenden ein Grundverständnis für juristische Rahmenbedingungen schaffen und gleichzeitig einen Bogen zu bekannten Inhalten aus dem Studium wie Konstruktion und Entwurf, Qualitäts- und Risikomanagement oder auch das Complaint Handling schlagen, die jeweils auch rechtliche Bedeutung haben. Nicht fachbezogene Lernziele: Die Studierenden erarbeiten die Hausaufgaben in Kleingruppen und stellen ihre wesentlichen Ergebnisse in einem Vortrag vor. Daher stärkt das Seminar ihre Erfahrungen mit Teamarbeit sowie ihre Präsentationsfähigkeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Folien und Skript (über L2P) • Weiterführend: Frenz, Müggenborg: Recht für Ingenieure. Springer, 2008
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Note setzt sich zu gleichen Teilen aus einer schriftlichen Hausaufgabe (40%) sowie einer mündlichen Prüfung (40%) zusammen. Die wesentlichen Ergebnisse der schriftlichen Hausaufgaben werden weiterhin in Form eines 45-minütigen Vortrags abgefragt (20%).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	2

Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	30,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündliche Prüfung Qualität und Recht (401166101)	1. Semester	2. Semester	2	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Qualität und Recht	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Molecular Mechanics and Multiscale Modelling of Materials (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011511
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Lectures: Introduction to multi-scale modelling Molecular dynamics - Theoretical background of molecular dynamics - Force-probe molecular dynamics simulations - Compute mechanical properties at molecular level Phase field modelling (finite element modelling) - Theoretical background - Reproduce molecular mechanical properties - Validations Multi-scale modelling - Scale bridging - Bottom-up approach - Applications, e.g., spider silk, nacre Exercises: - Molecular dynamics simulations - Force-probe molecular dynamics simulations - Compute mechanical properties at molecular level, e.g., Young's modulus - Finite element simulations based on force-probe molecular dynamics simulations - Validations - Analysis of multi-phasic materials
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Molecular Mechanics and Multi-scale Modelling The need for multi-scale modelling comes usually from the fact that the available macro-scale models are not accurate enough, and the micro-scale models are not efficient enough and/or offer too much information. By combining both viewpoints, one hopes to arrive at a reasonable compromise between accuracy and efficiency. Multiscale models allow us to formulate models that couple together models at different scales. Overall goal: Students are able to bridge the wide range of time and length scales of methods that are inherent in a number of essential phenomena and processes in materials science and engineering. After successfully completing this course, the students will have acquired the following learning outcomes: Knowledge / Understanding - understand the theoretical background of both methods, molecular dynamics and continuum mechanics - are able to compute mechanical properties at molecular level - reproduce molecular material behaviour at macroscopic level - perform multi-scale modelling of hierarchical bio-materials - modelling of fracture at atomistic scale Fertigkeiten und Kompetenzen: Abilities / Skills: - able to deal with molecular dynamics simulations at nano-scale level - perform FEM simulations at macro-scale by using nano-scale mechanical properties - able to perform bottom-up approach in efficient way - knowledge of fracture at nano-scale as well as macro-scale Competence:

	- able to deal with interdisciplinary field problems, e. g., nano-scale MD simulations and macro-scale FEM simulations - use the knowledge to explore naturally available hierarchical materials, which outperform artificial materials in terms of mechanical properties - apply contents of the lecture to natural as well as artificial materials
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: · Kontinuumsmechanik (Continuum Mechanics)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Kontinuumsmechanik (Continuum Mechanics)
Literatur	Rapaport, D. C. The art of molecular dynamics simulation Cambridge University Press, 2004 Frenkel, D. &; Smit., B. Understanding molecular simulation: from algorithms to applications Computational science. Academic Press, 2002 Haupt, P. Continuum Mechanics and Theory of Materials Springer-Verlag, Berlin, 2000 Empfohlene weiterführende Literatur: Allen, M. P. &; Tildesley, D. J. Computer simulation of liquids Clarendon Press, Oxford, 1987 Chadwick, P. Continuum mechanics: Concise theory and problems Courier Dover Publications, 1999
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche oder mündliche Prüfung (abhängig von der Teilnehmerzahl)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Molecular Mechanics and Multiscale Modelling (401151101)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Molecular Mechanics and Multi-scale Modelling	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Molecular Mechanics and Multi-scale Modelling	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Mikrofluidik und Einzelzell-Analyse in der Biotechnologie (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011677
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Zellen sind sowohl in der Natur, als auch in biologisch-technischen Kulturen, oft hohen Schwankungen der lokalen Umgebungsparameter ausgesetzt. Zudem weisen selbst isogenetische Populationen oft eine deutliche Heterogenität mit unterschiedlichen Phänotypen auf, welche möglicherweise auch auf Wechselwirkung mit der Umgebung zurückzuführen sind, um z.B. ein Überleben der Population zu sichern oder eine spezialisierte Arbeitsteilung zu gewährleisten. Diese Phänomene lassen sich in konventionellen Kultivierungssystemen und durchschnittsbasierter Analytik nur unzureichend untersuchen und interessante Aspekte bleiben möglicherweise unentdeckt. Mit Hilfe von neuartigen mikrofluidischen Kultivierungssystemen können seit einigen Jahren Zellpopulationen in mikrotechnisch gefertigten, künstlichen Habitaten kultiviert und mittels vollautomatisierter Mikroskopie und einer anschließenden Bildanalyse, auf Einzelzellniveau untersucht werden. Dabei können erstmals auch dynamische Vorgänge einzelner Zellen unter exakt kontrollierbarer Umgebung analysiert werden.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehehn: Die Studierenden kennen die charakteristischen Merkmale von mikrofluidischen Kultivierungs- und Analysesystemen und können deren Einsatz hinsichtlich bestimmter Anwendungsgebiete in den Lebenswissenschaften und der Einzelzell-Analyse beurteilen. Fertigkeiten und Kompetenzen: Sie kennnen die physikalischen Grundlagen, gängigen Materialien, Funktionselemente und die jeweilig passenden Fertigungsprozesse, und können auf dieser Basis einfache Systeme auslegen. Zudem sind Sie mit den Grundlagen und Möglichkeiten der notwendigen Mikroskopie und Bildanalyse vertraut. Sonstiges (fakultativ): -
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzung: Bestandene Module Mathematische Grundlagen I-IV, Partielle Differentialgleichungen
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Schriftliche oder mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Professor als Juniorprofessor Dr. Dietrich Kohlheyer
ECTS Credits	3

Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Mikrofluidik und Einzelzell-Analyse in der Biotechnologie (401167701)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mikrofluidik und Einzelzell-Analyse in der Biotechnologie	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Serienentwicklung von Getrieben für PKW und leichte Nfz (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010866
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	In diesem Modul wird den Studierenden der Serienentwicklungs- und -fertigungsprozess von Fahrzeuggetrieben für Personenkraftwagen (Pkw) und leichte Nutzfahrzeuge (Nfz) vermittelt. Nach einer kurzen Einführung in die Thematik werden in den ersten Vorlesungseinheiten die heutzutage verbauten Typen von Fahrzeuggetrieben vorgestellt. Dabei wird neben der Funktionsweise auf die konstruktiven Besonderheiten sowie die Vor- und Nachteile der jeweiligen Konzepte eingegangen. Im Anschluss wird der Entwicklungsprozess von Fahrzeuggetrieben vom Konzept zur Serienreife detailliert beschrieben. In den folgenden Lehreinheiten wird auf die Auslegung und Konstruktion von Fahrzeuggetrieben detailliert eingegangen. Es werden die in Getrieben üblicherweise verwendeten Komponenten und Teilsysteme sowie deren Auslegungsmethoden vorgestellt. Am Beispiel des Doppelkupplungsgetriebes wird der Auslegungs- und Konstruktionsprozess unter besonderer Berücksichtigung moderner Entwicklungswerkzeuge und der Randbedingungen einer wirtschaftlichen Großserienfertigung behandelt. Weiterhin werden Themen wie Getriebekalibrierung, Getriebeerprobung und Getriebesteuerung als wesentliche Bestandteile einer Serienentwicklung beleuchtet. Abschließend wird die Rolle von Getrieben in Verbindung mit Hybridantrieben betrachtet. Dabei werden die technische Umsetzung verschiedener Konzepte vorgestellt sowie die besonderen Herausforderungen im Zuge der Hybridisierung hervorgehoben. Die Vorlesung endet mit einem Ausblick auf zukünftige Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte in der Fahrzeuggetriebetechnik. In der Vorlesung wird der Stoff in der Theorie mit Beispielen aus der Praxis eingeführt, der dann in der Übung mit Rechen- und Konstruktionsaufgaben nähergebracht und vertieft wird. Das Modul richtet sich insbesondere an Ingenieurinnen und Ingenieure des Maschinenbaus, die sich später in den Bereich Fahrzeugantriebsstrang oder Fahrzeuggetriebeentwicklung orientieren möchten. Ziel der Veranstaltung ist es daher das nötige Basiswissen für den Beruf zu vermitteln.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: - Kenntnis des Entwicklungsprozesses für Fahrzeuggetriebe in der Großserie - Kenntnis der für eine Serienentwicklung relevanten Auslegungsverfahren für Fahrzeuggetriebe unter Berücksichtigung moderner Entwicklungswerkzeuge - Kenntnis der konstruktiven Gestaltung von Fahrzeuggetrieben unter Berücksichtigung der Einflüsse und Anforderungen aus der Serienfertigung - Kenntnis des Produktionsprozesses von Getrieben in der Großserie (Komponentenfertigung, Montage, End-of-Line-Inbetriebnahme) - Kenntnis der Funktionsweise und der technischen Umsetzung der verschiedenen, aktuell relevanten Typen von Fahrzeuggetrieben inklusive Hybridisierung - Wissen über zukünftige Anforderungen und Herausforderungen in der Getriebeentwicklung Fertigkeiten und Kompetenzen - Umgang mit komplexen mechanischen Systemen - Kenntnis der Prozesse im Rahmen einer Serienentwicklung/Serienproduktion
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	empfohlene Voraussetzungen: Bachelor Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen Fachrichtung Maschinenbau oder Computational Engineering Science
(empfohlene) Voraussetzungen	empfohlene Voraussetzungen:

	Bachelor Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen Fachrichtung Maschinenbau oder Computational Engineering Science
Literatur	Folien zur Vorlesung und Übung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note einer schriftlichen Prüfung oder einer mündlichen Prüfung (je nach Teilnehmerzahl).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Serienentwicklung von Getrieben für PKW und leichte Nfz (401086601)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Serienentwicklung von Getrieben für PKW und leichte Nfz	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Serienentwicklung von Getrieben für PKW und leichte Nfz	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Mechanics of Soft Engineering Materials: Rubbers, Textiles and Non-Crimp Fabrics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011569
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Chemical Structure and Composition of Elastomers: natural rubber, synthetic rubbers, rubber vulcanization • Mechanical Properties of Elastomers and their Phenomenological Models: non-linear stress-strain response, incompressibility or slight compressibility, experimental study and strength hypothesis, stress softening, Mullins effect, permanent set and induced anisotropy • Molecular-Statistical Basis of Rubber Elasticity: freely jointed chain model, freely rotating chain model, random walk theory, free energy of an ideal chain and affine network of ideal chains, finite extensibility of chains, Langevin model • Micro-Mechanics of Filled Elastomers: micro-mechanically based hyperelastic models, Mullins effect and permanent set, induced anisotropy and permanent set, hysteresis, strain induced crystallization • Mechanics of Textiles and Non-Crimp Fabrics: experimental characterization, draping properties, phenomenological models, modeling inelastic effect in textiles and non-crimp fabrics
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Understanding of chemical structure and composition of elastomers from the engineering point of view, their connection to mechanical properties, the role of fillers • Fundamentals of statistical mechanics in application to rubber networks • Experimental methods in application to rubber, textile composites and non-crimp fabrics • Learning how to model elastomers under large strains by taking into account their molecular structure • Learning how to model draping properties of textiles and non-crimp fabrics and how to predict their defects under large strains.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Recommended: "Continuum Mechanics "Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I
(empfohlene) Voraussetzungen	Required: - Recommended: • Continuum Mechanics • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I
Literatur	Lecture notes (script)
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The final mark is the mark of the oral exam.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov

ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Mechanics of Soft Engineering Materials (401156901)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Mechanics of Soft Engineering Materials	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Chemische Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012527
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Ideale Reaktoren mit Wärmetönung I • Stoffbilanz, Energiebilanz, RKD isotherm/adiabatisch • SRK isotherm/adiabatisch 2 • Ideale Reaktoren mit Wärmetönung II • RKK Wärmeerzeugungskurve, Wärmeabfuhrgerade, stabile Betriebspunkte, Hysterese • Reversible exotherme Reaktionen, optimale Temperaturführung 3 • Mikrokinetik chemischer Reaktionen • Homogen katalysierte Reaktionen • Heterogen katalysierte Reaktionen: Adsorption/Desorption, Katalytische Oberflächenreaktion, geschwindigkeitsbestimmender Teilschritt, Desaktivierung 4 • Kinetik von Stoff- und Wärmetransportvorgängen I • Molekulare Transportvorgänge • Modellierung (Ansatz nach Fick, Stefan-Maxwell) 5 • Kinetik von Stoff- und Wärmetransportvorgängen II • Diffusion in porösen Medien • (Molekular, Knudsen, Poiseuille) 6 • Kinetik von Stoff- und Wärmetransportvorgängen III • Transport an Phasengrenzflächen • Stofftransport ohne chem. Reaktion 7 • Zusammenwirken von chemischer Reaktion und Transportvorgängen – Makrokinetik I • Einfluss chemischer Reaktionen auf den Stofftransport • Gas/Feststoffreaktionen 8 • Zusammenwirken von chemischer Reaktion und Transportvorgängen – Makrokinetik II • Heterogen katalysierte Gasreaktionen: Äußere Transportvorgänge, Innere Transportvorgänge und chem. Reaktion 9 • Zusammenwirken von chemischer Reaktion und Transportvorgängen – Makrokinetik III • Flüssig/Flüssig-Reaktionen 10 • Modellierung chemischer Reaktoren I • Mischen und chemische Reaktion: Verweilzeitmodellierung (Dispersionsmodell) • Makro-, Meso-, Mikromischung, Einfluss früher und später Vermischung

	11 • Modellierung chemischer Reaktoren II • Reaktoren für heterogene Reaktionen: Fest-flüssig, Fest-gasförmig 12 • Neue Technologien I • Membranreaktoren • Mikroreaktoren 13 • Neue Technologien II • Brennstoffzelle und Reformierung • Heterogene Reaktionen im Umweltschutz 14 • Gruppenprojekt 1 • Auslegung eines Festbettreaktors für heterogen katalysierte Gasphasenreaktionen • Literaturquellen für Stoffdaten 15 • Gruppenprojekt 2 • Modellierung von Wärme- und Stofftransport sowie des Druckverlustes • Auslegung und Präsentation
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Durch die in der Vorlesung vermittelten Inhalte und insbesondere eigenständige Berechnungen und aktive Beteiligung in den Übungen und einem Gruppenprojekt (innerhalb der Übungen) zur Auslegung eines Reaktors zur heterogen katalysierten Gasphasenreaktion • sind die Studierenden mit den Berechnungsgrundlagen zur Auslegung idealer Reaktoren mit Wärmetönung vertraut; • kennen sie wesentliche Stofftransportvorgänge sowie deren Einfluss auf chemische Reaktionen und können diese modellieren; • können die Studierenden mit Hilfe von Modellierungsansätzen das Verhalten realer Reaktoren beschreiben; • lernen sie neue Reaktor- und Verfahrenstechnologien der chemischen Verfahrenstechnik kennen Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.) • Durch ein Gruppenprojekt innerhalb der Übung stärken die Studierenden ihre Teamfähigkeit • Sie schulen ihre Präsentationsfähigkeiten im Rahmen der gemeinsamen Ergebnispräsentation
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Reaktionstechnik " Grundoperationen der Verfahrenstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Reaktionstechnik • Grundoperationen der Verfahrenstechnik
Literatur	Baerns,Hofmann,Renken: Chemische Reaktionstechnik, Lehrbuch der technischen Chemie 1, Wiley-VCH; 3. Auflage (1999)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modellierungsteamverantwortlicher: Philipp Friedl M. A. Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Chemische Verfahrenstechnik (401252701)	2. Semester	1. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Chemische Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Chemische Verfahrenstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Turbulent Flows (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011728
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Introduction to Turbulence, Equatations of Fluid Motion 2. Statistical Description of Turbulence, mean Flow Equatations 3. Turbulent Round Jet, Turbulent Kinetic Energy 4. Mixing Layer, Homogeneous Shear Flow, Grid Turbulence, Intermittency 5. Energy Cascade, Kolmogorov Hypotheses, Energy Transfer 6. Velocity Spectra, Kolmogorov Spectrum 7. Channel Flow 8. Boundary Layer, Coherent Structures 9. Turbulent Viscosity Models 10. Large-Eddy-Simulation
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Turbulence is different from the courses you have taken so far. Here, equations will be important, but much of the theory is based on scaling arguments. The comprehension of dimensional analysis and scales will be important. The objective of the course is to provide the theory and knowledge for understanding, for example, of publications and seminar talks on the subject, and to serve as a basis for making a contribution to the field.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Strömungsmechanik I " Strömungsmechanik II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: - Strömungsmechanik I - Strömungsmechanik II
Literatur	Pope: Tubulent Flows, Cambridge University Press, 2000
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Heinz Pitsch
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Turbulent Flows (401172801)	1. Semester	2. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Turbulent Flows	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Turbulent Flows	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Feuerungstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4016079
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 Einleitung 2 Grundlagen der Verbrennung • 2.1 Energievorräte und Energieverbrauch • 2.2 Charakterisierung der Brennstoffe • 2.3 Verbrennungsrechnung • 2.4 Energiebilanz am Wärme- oder Dampferzeuger • 2.5 Verbrennungstemperatur • 2.5.1 Theoretische Verbrennungstemperatur • 2.5.2 Wirkliche Verbrennungstemperatur • 2.6 Wärme- und Stoffübertragung an Brennstofftropfen • 2.6.1 Stationäre Wärme- und Stoffübertragung • 2.6.2 Instationäre Verdunstung • 2.7 Verbrennung von festen Brennstoffen • 2.7.1 Pyrolyse • 2.7.2 Koksabbrand • 2.7.3 Koksabbrandzeiten • 2.8 Gasstrahlung • 2.8.1 Strahlungseigenschaften • 2.8.2 Strahlungsaustausch zwischen einem strahlenden Gas und Wänden • 2.8.3 Strahlungsaustausch zwischen nicht isothermen Gasgemischen und Wänden • 2.9 CFD (Computational Fluid Dynamics)- Methoden • 2.9.1 Charakterisierung von Strömungen in Brennkammern und Feuerräumen • 2.9.2 Vorgehen bei der Modellierung von Strömungsproblemen • 2.9.3 Wechselwirkung zwischen den physikalischen Teilvorgängen • 2.9.4 Mathematische Modelle zur Beschreibung der Gasphase • 2.9.5 Numerische Methoden zur Lösung der Erhaltungsgleichungen • 2.9.6 Modellierung von Tropfen- und Partikelverbrennung 3 Schadstoffbildung bei der Verbrennung • 3.1 Kohlenstoffmonoxid CO • 3.2 Schwefeloxide SOx • 3.3 Stickstoffoxide NOx • 3.3.1 Thermische NOx-Bildung • 3.3.2 Bildung von Brennstoff-NOx • 3.3.3 Maßnahmen zur Reduktion von NOx 4 Verbrennungssysteme und ausgeführte Anlagen • 4.1 Rostverbrennung • 4.2 Gas-, Öl- und Kohlebrenner • 4.3 Wirbelschichtfeuerungen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die Funktionsweise und Auslegungsmethoden von Feuerungsanlagen im Bereich der Heizungs- und Kraftwerkstechnik. • Sie sind zur eigenständigen Berechnung und Auslegung genannter Apparate in der Lage. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

	• keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Thermodynamik • Wärme- und Stoffübertragung I • Strömungsmechanik I • Technische Verbrennung I
Literatur	Skript Feuerungstechnik
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modellierungsteamverantwortlicher: Michael Sauer B. Sc. Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Reinhold Kneer
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Feuerungstechnik (401607901)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Feuerungstechnik	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turbomaschinen und Strahlantrieben I (NIST I) (Wahlpflichtfach)
Kennung	4016378
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Turbomaschinen spielen in weiten Teilen unseres Lebens eine bedeutende Rolle. Sie sind Antriebe nahezu aller modernen Flugzeuge, werden im Bereich der Stromerzeugung eingesetzt oder sind wichtiger Bestandteil in Anlagen der Prozessindustrie. Dabei werden immer höhere Anforderungen in Bezug auf Effizienz, Emissionen und Leistungsfähigkeit gestellt. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können ist ein tiefes Verständnis der Thermodynamik, Aerodynamik und Strukturmechanik von Turbomaschinen erforderlich. Heutige Turbomaschinen haben einen technologisch derart hohen Stand erreicht, dass Verbesserungen hinsichtlich des Wirkungsgrades nur noch unter Einsatz hochwertiger Berechnungsverfahren erzielt werden können. Aufgrund der Komplexität des mathematischen Modells stellen die verfügbaren und in Entwicklung befindlichen Lösungsmethoden hohe Anforderungen an die Kenntnisse des Ingenieurs sowohl hinsichtlich der Analysis als auch bezüglich der Numerik. Daher ist es das Ziel der Lehrveranstaltung „Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turboarbeitsmaschinen und ;Strahlantrieben“ dem Ingenieur die zum Verständnis und zur Entwicklung numerischer Lösungsverfahren erforderlichen mathematischen Grundlagen zur Verfügung zu stellen. Die Vorlesung beginnt mit einer Wiederholung der Herleitung der Erhaltungsgleichungen der Fluiddynamik. Mit den bekannten Grundlagen wird das mathematische Modell auf die Besonderheiten des für Turbomaschinen einzuführenden rotierenden Bezugssystems ausgedehnt und hinsichtlich möglicher und sinnvoller Vereinfachungen analysiert. Die zunächst gewählte Vektorform der Erhaltungsgleichungen ist numerischen Lösungsverfahren jedoch nicht ohne Weiteres zugänglich. Unabhängig von der gewählten diskreten Lösungsmethode zeigt sich, dass die Tensorrechnung für die Entwicklung von Lösungsverfahren als unverzichtbare Basis anzusehen ist. Es werden dem Ingenieur alle erforderlichen Beziehungen und Regeln zur Verfügung gestellt, die im Umgang mit den Erhaltungsgleichungen der Strömungsmechanik und ihren Anwendungen von Interesse sind. Die Breite des Fachgebietes schließt im Rahmen eines Semesters eine umfassende Behandlung der Lösungsmethoden aus. Daher konzentriert sich die Veranstaltung auf einen Finite–Volumen–Ansatz, der heute als Stand–der–Technik in kommerziellen und wissenschaftlichen Programmen angesehen werden kann. Mit der Beschränkung ist es einerseits möglich, die Methodik mit der erforderlichen Tiefe zu behandeln, andererseits werden die wichtigsten Grundlagen vermittelt, die zur Einarbeitung in weiterführende Modelle sowie alternative diskrete Methoden notwendig sind.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die in der Luftfahrtantriebsindustrie verwendeten Techniken und Technologien in Bezug auf die Wertschöpfungskette der Triebwerksindustrie Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sollen in den Übungseinheiten die Fähigkeit entwickeln, Probleme eigenständig zu erkennen, zu formulieren und geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Thermodynamik • Strömungsmechanik • Grundlagen der Turbomaschinen

Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Dr.-Ing. Hannes Benetschik Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turbomaschinen und Strahlantrieben I (401637801)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turbomaschinen und Strahlantrieben I	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Numerische Integrationsverfahren für Strömungen in Turbomaschinen und Strahlantrieben I	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Höhere Regelungstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012306
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Auslegung von Reglern mittels der Verfahren Betragsoptimum und Symmetrisches Optimum 2 • Einführung in die Wurzelortskurve • Auslegung von Reglern mittels der Wurzelortskurve 3 • Regelkreise mit nichtlinearen Reglern • Beschreibungsfunktion 4 • Z-Transformation • Lineare zeitdiskrete Übertragungssysteme 5 • Entwurf zeitdiskreter Steuerungen und Regelungen • Regler mit endlicher Einstellzeit 6 • Polplatzierung durch Zustandsrückführung 7 • Optimale Zustandsregelung 8 • Zustandsbeobachtung 9 • Modellgestützte Prädiktive Regelung 10 • Modellgestützte Prädiktive Regelung 11 • Robuste Regelung linearer Systeme • Parameterraumverfahren 12 • Stabilitätsanalyse nichtlinearer Systeme • Flachheit • Flachheitsbasierte Vorsteuerung 13 • Robuste Regelung nichtlinearer Systeme • Sliding Mode Control
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Nach erfolgreichem Abschluss der Veranstaltung können die Studierenden weiterführende Verfahren zur Synthese von Reglern für nichtlineare und lineare Strecken anwenden • Die Studierenden sind in der Lage, Verfahren im Frequenzbereich und im Zeitbereich anzuwenden • Sie kennen Regelungsmethoden, die auf einer zeitkontinuierlichen sowie auch einer zeitdiskreten Modelldarstellung basieren • Die Studierenden können Kriterien für den geschlossenen Regelkreis formulieren und sind in der Lage, entsprechend der gestellten Anforderungen adäquate Regelverfahren anzuwenden • Um weiterführenden Kriterien Rechnung zu tragen, erhalten die Teilnehmer zudem Einblick in moderne bzw. aktuell weiter entwickelte Verfahren wie z.B. Modellgestützte Prädiktive Regelung, Verfahren der Robusten Regelung oder Sliding Mode Control • Durch viele Beispiele in Vorlesung und insbesondere Übung können die Studierenden die vorgestellten Verfahren der Regelungstechnik auf praktische Aufgabenstellungen anwenden Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Vorlesung Mess- und Regelungstechnik
Literatur	• D. Abel: Regelungstechnik (Umdruck zur Vorlesung)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Note ergibt sich entweder zu 100% aus der Note der mündlichen Prüfung oder aus der Note der schriftlichen Klausur. Im Falle einer schriftlichen Prüfung können Bonuspunkte über E-Tests erzielt werden, welche nur im Falle eines Bestehens der Klausur ohne Bonuspunkte angerechnet werden. Die Bonuspunkte bleiben bestehen, bis diese erneut erworben werden können.

	Erreicht der/die Studierende mehr als die Hälfte der insgesamt erreichbaren Bonuspunkte, so erhält er auf die Note der mündlichen Prüfung eine Verbesserung von einem Notenschritt.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dirk Abel
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Höhere Regelungstechnik (401230601)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Höhere Regelungstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Höhere Regelungstechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Rapid Control Prototyping (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011549
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Systembegriff • Mathematische Grundlagen für die Darstellung linearer Systeme inklusive Zustandsraumdarstellung • Definition kontinuierlicher bzw. ereignisdiskreter Systeme 2 • Einführung in die Regelungstechnik • Laplace-Transformation • Frequenzgang und Darstellung von Frequenzgängen • Lineare Regelkreisglieder • Z-Transformation 3 • Einführung in die physikalische Modellbildung • Aufstellen von Differentialgleichungen für dynamische Systeme • Aufstellen von Wirkungsplänen linearer Systeme 4 • Einführung in Matlab/Simulink • Grundlagen in Matlab • Grundlagen in Simulink 5 • Ereignisdiskrete Modellbildung • Eigenschaften von Beschreibungsmitteln • Einführung in Graphentheorie, Statecharts und Petri-Netze 6 • Einführung in die Identifikation dynamischer Systeme • Nichtparametrische Identifikationsverfahren • Korrelationsverfahren • Fourier-Transformation und Fast Fourier-Transformation 7 • Parametrische Identifikationsverfahren • Nichtrekursive Parameterschätzung • Rekursive Parameterschätzung 8 • Identifikation mittels der Gewichtsfolgenschätzung • Identifikation von nichtlinearen Prozessen • Shannon-Theorem 9 • Grundzüge des Regelungsentwurfs • Grundlagen des Regelkreises • Einführung in verschiedene Entwurfsverfahren für Regelkreisstruktur, Reglerstruktur und Reglerparameter

	10 • Grundzüge des Steuerungsentwurfs • Begriffsdefinitionen für Steuerungen • Entwurfsverfahren für diskrete Steuerungen 11 • Kontinuierliche und diskrete Simulation • Verfahren nach Euler, Heun und Runge-Kutta • Diskrete und hybride Simulation mit Stateflow 12 • Einführung in die objektorientierte Modellierung mit Modelica/Dymola • Grundzüge der Modellierungssprache Modelica • Modellierung eines Dreitankmodells in Dymola 13 • Rapid Control Prototyping • Anforderungen an ein RCP-System • Entwicklungsphasen (Software-in-the-loop, Hardware-in-the-loop) • Codegenerierung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die wesentlichen Schritte des Rapid Control Prototypings (RCP) selbständig zu unterscheiden und anzuwenden. • Sie kennen die wesentlichen Beschreibungsmittel für lineare Regelkreisglieder wie z.B. Frequenzgang sowie Zustandsraumdarstellung und können diese in der Praxis anwenden. • Die Studierenden können kontinuierliche bzw. ereignisdiskrete Prozesse beurteilen und diese mit Hilfe der physikalischen oder experimentellen Prozessanalyse bzw. den Mitteln der ereignisdiskreten Modellbildung untersuchen. • Aufbauend auf den ermittelten Systembeschreibungen können die Studierenden geeignete Regelverfahren auswählen sowie die erforderlichen Reglerparameter für P-, PD-, bzw. PID-Regler bestimmen und somit eine einschleifige Regelung für das System entwerfen. • Die Studierenden sind in der Lage, die wesentlichen Simulationsverfahren sowohl für die kontinuierliche als auch für die ereignisdiskrete Simulation zusammenzufassen und anzuwenden. Die Grundlagen der hybriden Simulation sind ihnen bekannt. • Die Unterschiede zwischen dem objektorientierten Ansatz der Modellierungssprache Modelica und dem signalorientierten Ansatz in Simulink sind den Studierenden bekannt. Sie sind in der Lage, mit Hilfe des Simulationstools Dymola Systeme auf Basis der objektorientierten physikalischen Modellbildung zu simulieren. • Die für das RCP typischen Begriffe Software-in-the-Loop und Hardware-in-the-Loop können von den Studierenden unterschieden werden. Weiterhin sind ihnen die Entwicklungsphasen sowie die Code-Generierung als wesentlicher Bestandteil des RCP bekannt. Typische Hard- und Software für das RCP können von den Studierenden benannt werden. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können während der Übung die Inhalte der Vorlesung an praxisorientierten Beispielen in Gruppen von maximal 3 Studierenden an einem PC vertiefen, so dass Teamarbeit gefördert wird.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• D. Abel; A. Bollig: Rapid Control Prototyping; Springer Verlag, ISBN: 3-540-29524-0 • D. Abel: Regelungstechnik (Umdruck zur Vorlesung)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Note ergibt sich entweder zu 100% aus der Note der mündlichen Prü;fung (15 min) oder aus der Note der Klausur (60min). Die Klausur kann dabei entweder schriftlich oder elektronisch erfolgen.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dirk Abel
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Rapid Control Prototyping (401154901)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Rapid Control Prototyping	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Rapid Control Prototyping	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Luftfahrtantriebe I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013365
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Moderne Luftfahrtantriebe spielen im weltweiten Personen- und Warenverkehr eine bedeutende Rolle. Flugzeuge sind fester Bestandteil unserer modernen Infrastruktur und benötigen für einen profitablen Einsatz hoch effiziente und leistungsstarke Triebwerke. Um diese Anforderungen erfüllen zu können, ist ein tiefes Verständnis der Aero- und Thermodynamik in den unterschiedlichen Luftfahrtantrieben erforderlich. Die Vorlesung Luftfahrtantriebe I gibt einen ersten Einblick in das Thema Luftfahrtantriebe. Im Fokus stehen die grundlegende Funktionsweise und der Aufbau des Einwellen-Turbinen-Luftstrahl-Triebwerks und seiner Komponenten. Durch den analytischen Charakter der Vorlesung werden die physikalischen Abhängigkeiten zwischen den einzelnen Triebwerkskomponenten nachvollziehbar aufgezeigt und die wichtigsten Parameter der Triebwerksauslegung und Triebwerksnachrechnung abgeleitet. Dabei kommen vereinfachte analytische Berechnungsmethoden zum Einsatz um für das Triebwerk wichtige Zielgrößen, wie den Schub oder den spezifischen Brennstoffverbrauch in erster Größenordnung zu bestimmen. Neben den analytischen Methoden werden auch numerische Rechenmethoden vorgestellt, wie sie aktuell in der Industrie Anwendung finden. Im Rahmen der Vorlesung werden Sie sich zudem erste Fähigkeiten im Umgang mit der gängigen Gasturbinen Performance Software GasTurb aneignen.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen den Aufbau und die Funktionsweise von Fluggasturbinen • Sie sind in der Lage die aerothermodynamischen Gleichungen für Prozessberechnungen anzuwenden • Sie kennen die Aufgabe und Funktion der einzelnen Triebwerkskomponenten • Die Studierenden können das Betriebsverhalten von Flugtriebwerken anhand der Kennfelder erklären • Sie sind in der Lage, Schub und Brennstoffverbrauch zu ermitteln und zu analysieren Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren. • Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Thermodynamik • Strömungsmechanik • Grundlagen der Turbomaschinen
Literatur	• Koschel, W. und Niehuis, R.: Luftfahrtantriebe, Vorlesungsumdruck • Münzberg, H.G.: Flugantriebe, Springer Verlag Berlin 1972
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur Bonuspunktesystem: Durch erfolgreiches Bearbeiten der elektronischen Prüfungen können bis zu 10% Bonuspunkte bezogen auf die reguläre Klausur erreicht werden. Auch ohne diese Bonuspunkte können in der regulären Klausur 100 % der Punkte erreicht werden. Die Notenverteilung wird ausschließlich anhand der Ergebnisse aus der regulären Klausur festgelegt. Hat ein Studierender auf Basis dieser Notenverteilung die Klausur mit mindestens 4.0 bestanden, so werden ihm seine in den elektronischen Prüfungen erreichten Bonuspunkte angerechnet. Aus der Summe der Klausur- und Bonuspunkte ergibt sich nach der zuvor festgelegten Notenverteilung die Endnote. Jeder Studierende hat auch ohne Teilnahme an den elektronischen Prüfungen die Möglichkeit, das Modul mit einer 1.0 abzuschließen. Die Bonuspunkte gelten für das Semester, in dem die Zwischenprüfung durchgeführt wurde und das darauffolgende Semester. Im Semester, in dem die Zwischenprüfung angeboten wird, verfallen Bonuspunkte aus dem vorherigen Jahr.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Luftfahrtantriebe I (401336501)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Luftfahrtantriebe I	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Luftfahrtantriebe I	2. Semester	1. Semester	-	2
Bonuspunkteprüfung Luftfahrtantriebe I	2. Semester	1. Semester	-	0

Modultitel	Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014404
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Grundlegende Prinzipien von Modellierung und Simulation 2. Welche Modelle und Simulationen sind in der Technik von Bedeutung? 3. Physikalische Modellierung (Strömungsmodellierung, Wärmeübertragungsmodellierung, Strukturmechanik, etc.) 4. Fallstudien, Beispiele aus der aktuellen Forschung aus der Kunststofftechnik und Textiltechnik 5. Anwendungstechnik (z.B. Werkzeugtemperierung, Reduzierung der Maschinenstillstände) 6. Optimierung und Optimierungsstrategien in der Modellierung und Simulation
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Modellierung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik vertraut. • Sie kennen die relevanten physikalischen Modelle zur Beschreibung kunststoff- und textiltechnischer Modelle und können sie auf konkrete Fragestellungen anwenden. • Die Studierenden sind in der Lage mit physikalischen Modellen zu beschreibende kunststoff- und textiltechnische Prozesse mit Hilfe numerischer Methoden zu simulieren. • Die Studierenden sind in der Lage die gewonnenen Erkenntnisse auf konkrete Fragestellungen aus dem Bereich der kunststoff- und textiltechnischen Prozesse, Verfahren und Maschinen anzuwenden und diese gezielt zu optimieren. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Durch die praktischen Kleingruppenübungen am Rechner lernen die Studierenden, im Team Problemstellungen selbstständig und unter Anleitung zu lösen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Programmierkenntnisse
Literatur	• Vorlesungsumdruck (erhältlich am ITA und IKV), zahlreiche Abbildungen • Online-Vorlesung auf der Homepage des ITA
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Bonuspunkte für Hausaufgaben: Durch das erfolgreiche Bearbeiten der drei (bzw. vier) vom IKV ausgegebenen Übungsaufgaben können je 2 (bzw. 1,5) Bonuspunkte (in Summe 6 P, also 5% der Klausurpunkte) erlangt werden. Die Punkte werden nur auf die beiden unmittelbar auf den Veranstaltungszyklus folgenden Klausuren angerechnet. Benotung: Note der Klausur (zzgl. Bonuspunkte). Eine Notenverbesserung von 5,0 auf 4,0 ist durch Bonuspunkte NICHT möglich.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr.-Ing. Dieter Veit Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christian Hopmann

ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik (401440401)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Modellbildung und Simulation in der Kunststoff- und Textiltechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Machine Dynamics of Rigid Systems (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017428
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. introduction / basic principles / planar kinematics and dynamics of rigid bodies 2. dynamic force analysis of planar mechanisms with rigid links: graphical technique / analytical approach 3. dynamic motion analysis of planar mechanisms with rigid links (neglecting friction) 4. kinematics and dynamics in single slider reciprocating machines: dynamically equivalent system of connecting rod / determination of frame torque 5. mass balancing for single slider reciprocating machines: determination / balancing of inertia forces &; determination / balancing of inertial moments 6. mass balancing for multi slider reciprocating machines: determination (incl. graphical approach) / balancing of inertia forces &; determination / balancing of inertial moments 7. introduction into power smoothing in mechanisms and slider reciprocating machines 8. equations of motion: external forces and moments / kinetic energy / potential energy 9. solution of equation of motion: general / for constant mass moment of inertia / for constant angular velocity / for specified instantaneous speed and acceleration / for constant energy 10. fluctuation of angular velocity / non uniformity factor 11. influence of flywheel on angular velocity &; analytical / approximative calculation of flywheel
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: The students know the fundamental means for mass balancing and power smoothing of single slider reciprocating machines and other general mechanical systems. The students have the ability to explain and derive the mass forces and mass moments of single and multi slider reciprocating machines. The students know about the basic relations, resulting in fluctuating angular velocities due to varying mass moments of inertia and varying loads as reduced to a reference shaft. The relations can be derived and explained. Fertigkeiten und Kompetenzen: The influencing factors for fluctuating speeds in single and multi slider reciprocating machines can be described. Based on that potential means for power smoothing can be derived. Students have the ability to derive the required kinematic and dynamic relations for the machines and mechanisms under investigation. Moreover, balancing of machines and mechanisms with high mass forces can be performed, including design issues and mathematical derivations. From the dynamic analyses, students learn to develop practical and innovative instructions for mass balancing and power smoothing. To sum up, student gain fundamental knowledge that can be applied to related industrial challenges (including special machine construction and specifications) in the field of design improvement by means of mass balancing and power smoothing.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Mechanics I, II, III • Mathematics I, II, III und numerical Mathematics
Literatur	Veranstaltungsliteratur:

	• Lecture notes "Maschine Dynamics of Rigid Systems" • Lecture slides Empfohlene weiterführende Literatur: Dresig, H.; Holzweißig, F.: Maschinendynamik / VDI-Richtlinie 2149: Getriebedynamik (Fachausschuss A204, Ltng. Prof. Dresig) Blatt 1: Starrkörper-Mechanismen / Dresig, H.: Schwingungen mechanischer Antriebssysteme / Gasch, R.; Nordemann, R.; Pfützner, H.: Rotordynamik / Pfeiffer, F.: Einführung in die Dynamik / Magnus, K.; Popp, K.: Schwingungen / Heimann, B.; Gerth, W.; Popp, K.: Mechatronik / Ulbrich, H: Maschinendynamik
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The final grade results from the oral exam, the written exam or the e-test, whichever applies.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: apl. Professor Dr.-Ing. Mathias Hüsing
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Machine Dynamics of Rigid Systems (401742801)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exercise Machine Dynamics of Rigid Systems	2. Semester	1. Semester	-	2
Lecture Machine Dynamics of Rigid Systems	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Advanced Software Engineering (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011680
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung in das Software Engineering 2. Einführung in das Programmieren 3. Lebenszyklus der Software-Entwicklung 4. Anforderungserhebung 5. Analyse-Phase 6. Entwurfsphase 7. Entwurfsmuster 8. Implementierungsphase 9. Test-Phase 10. Management von Software-Projekten 11. Agile Software-Entwicklung 12. Agile Methoden 13. Besuch der Labore des IMA/ZLW & IfU
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die verschiedenen Modelle zur Softwareentwicklung und können diese auf konkrete Fragestellungen übertragen. • Sie verstehen, zu welchem Zweck, unter welchen Bedingungen und mit welchen Folgen Computersysteme eingesetzt werden, um Probleme im Bereich des Maschinenwesens zu lösen. • Die Studierenden haben die Fähigkeit, die erlangten Kenntnisse zur objekt-orientierten Programmierung auf verschiedene maschinenwesen-bezogene Probleme zu übertragen. • Sie verstehen die generelle Struktur und Funktionalität von Software. • Die Studierenden haben einen Überblick über die wichtigsten Werkzeuge und theoretischen Grundlagen der Softwareentwicklung, der insbesondere bei interdisziplinären Projekten angewandt werden kann, die Softwareentwicklung einbeziehen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Probleme zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten. • Ferner trägt die Simulation eines kleinen Projektes bzw. speziell die Planungs- und Designphase dazu bei, abstraktes Denken zu fördern. • Die Ergebnisse der Kleingruppen werden von den Studierenden im Rahmen der Übung vorgestellt, so dass die Übungen dazu beitragen, kommunikative Fähigkeiten zu verbessern. Durch die Kleingruppenarbeit in den Übungen werden kollektive Lernprozesse gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...) • Grundkenntnisse in einer Programmiersprache (z.B. C, C++)

Literatur	• Bruegge, B.; Dutoit, A. (2009): Object-Oriented Software Engineering Using UML, Patterns and Java. Boston: Pearson. • Sommerville, I. (2010): Software engineering. Boston: Pearson
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche oder eine schriftliche ;Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dipl.-Inform ;Daniel Lütticke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Advanced Software Engineering (401168001)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Advanced Software Engineering	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Advanced Software Engineering	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie (Wahlpflichtfach)
Kennung	1618278
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung: Begriffe, Definitionen, Geschichte 2 • Einteilung von Schadstoffen 3 • Umweltmedien: Boden, Wasser, Luft 4 • Umweltrelevante organische Fremdstoffe 5 • Umweltrelevante anorganische Schadstoffe 6 • Abiotische Transformationsprozesse 7 • Umweltanalytik 8 • Bioverfügbarkeit, Aufnahme von Schadstoffen 9 • Toxikokinetik, Bioakkumulation 10 • Akute Toxizität 11 • Biotische Transformationsprozesse 12 • Mechanismus spezifische Toxizität 13 • Indirekte Effekte auf Ökosysteme; Risikoanalyse und -bewertung 14 • Profil Institut für Umweltforschung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden haben Kenntnisse und Methodenwissen, um Umweltchemikalien in verschiedenen Matrizes und deren ökotoxische Effekte auf Organismen, Populationen und Ökosysteme zu analysieren und zu bewerten. • Insbesondere kennen sie den „Boden“ als komplexes Ökosystem und haben Einblicke in die vielfältigen biotischen und abiotischen Wechselwirkungen gewonnen.

	• Außerdem kennen die Studierenden wichtige Methoden der Umweltanalytik und des Biotesting. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine Die gelehrten Inhalte dieses Moduls gehen, ebenso wie die zu vermittelnden Kompetenzen, über das Niveau eines Bachelormoduls hinaus. Aufbauend auf den Inhalten des Bachelors werden hier tiefergehende Inhalte / Kompetenzen auf Masterniveau erworben.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, &): Chemie für Verfahrenstechniker Chemisches Praktikum Vorlesung Ökologie
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Gisi et al. Bodenökologie, • Kuntze et al. Bodenkunde, • Scheffer/Schachtschabel Lehrbuch der Bodenkunde, • Thier/Frehse Rückstandsanalytik von Pflanzenschutzmitteln, • Otto Analytische Chemie, • Lewandowski Schadstoffe im Boden, • Bliefert Umweltchemie, • Fent: Ökotoxikologie; • Nentwig et al. Ökologie
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausurarbeit (oder mündliche Prüfung), Benotung: benotet, Gewichtung: 100 %
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Timur Toygar M. A.Modellierungsteamverantwortlicher: Dipl.-Verw. Wirtin (FH) Nina TheisModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Andreas Schäffer
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie (161827801)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Lasermesstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011691
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung in die Lasermesstechnik: Grundlagen, Anwendungen, Markt, Entwicklungstrends 2. Eigenschaften der Laserstrahlung: elektromagnetische Welle, Strahlparameter, Bestrahlungsstärke, Phase, Ausbreitung, Wellenlänge, Polarisation, Beugung, Kohärenz, Vergleich Laserstrahlung - thermisches Licht, Gaußscher Strahl 3. Wechselwirkung Laserstrahlung - Materie: Teilchencharakter, Reflexion, Brechung, Absorption; Lichtstreuung - Rayleigh, Mie, Raman; Frequenzverdopplung, Doppler-Effekt 4. Strahlformung und -führung: optische Elemente zur Strahlmodulation, Strahlablenkung und -teilung, Veränderung der Polarisation, Modulation der Intensität, Wellenlängenmodulation, Phasenschiebung, Ausbreitung Gaußscher Strahlen, optische Fasern 5. Detektion elektromagnetischer Strahlung: thermische Detektoren, photoelektrische Detektoren, Halbleiterdetektoren, ortsauflösende Detektoren, Messung von Detektorsignalen 6. Laser-Interferometrie: Grundlagen, Superpositionsprinzip und komplexe Schreibweise, Abstandsmessungen mit Laser-Interferometer, Polarisationsinterferometer, Doppelfrequenzinterferometer, Wellenlänge als Längenmaßstab, Messbereich und -genauigkeit, Winkelmessung, Geradheitsmessung, Twyman-Green-Interferometer, Anwendungsbeispiele 7. Holografische Interferometrie: Prinzip der Holografie und holografischen Interferometrie, Doppelbelichtungsverfahren, Echtzeitverfahren, Empfindlichkeitsvektor, Objekttranslation und -rotation, Phasenshiftverfahren, Messaufbau, Anwendungsbeispiele 8. Speckle-Messtechnik: Entstehung von Speckles, Speckle-Fotografie, abbildende Speckle-Fotografie, unfokussierte Speckle-Fotografie, Speckle-Interferometrie, Zeitmittelungsverfahren, Anwendungsbeispiele 9. Laser-Triangulation: Prinzip, Scheimpflug-Bedingung, Kennlinie eines Triangulationssensors, Einflussgrößen bei der Laser-Triangulation, Strahlverlauf, Eigenschaften der Objektoberfläche, Detektor und Signalauswertung, atmosphärische Einflüsse, Konturmessung, Anwendungsbeispiele 10. Laser-Doppler-Verfahren: Doppler-Effekt, Laser-Vibrometer, Laser-Doppler-Anemometer, Signalverarbeitung, Messbereich, Anwendungsbeispiele 11. Optische Kohärenztomographie (OCT): Time-Domain OCT, Fourier-Domain OCT, Signalauswertung, Auflösung und Messbereich, Anwendungsbeispiele 12. Laser-Spektroskopie I: Laser-Emissionsspektroskopie (LlBS), Verdampfung und Plasmabildung, zeitaufgelöste Spektroskopie, Spektrenauswertung, Messbereich, Anwendungsbeispiele 13. Laser-Spektroskopie II: Laser-induzierte Fluoreszenz (LIF), Light Detection and Ranging (LIDAR), differentielles Absorptions-LiDAR, Signalverarbeitung, Messbereich, Anwendungsbeispiele; Coherent Anti-Stokes Raman Spectroscopy (CARS), Messbereich, Anwendungsbeispiele 14. Laser, Laseranlagen, Begriffe, Sicherheit - Normen und Regelwerke
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studenten kennen die maßgeblichen Grundlagen für Lasermessverfahren: Eigenschaften der Laserstrahlung, Wechselwirkung Laserstrahlung mit Materie, Strahlformung und -führung sowie Detektion elektromagnetischer Strahlung. • Die Studenten können selbstständig Berechnungen zu Strahlformung, Interferenzerscheinungen, Beugungsphänomenen, Kohärenzeigenschaften, Reflexion und Brechung, Lichtstreuung, Polarisation, Ausbreitung Gaußscher Strahlen, optische Fasern, Detektion von Laserstrahlung sowie Sicherheit von Laserstrahlung durchführen. • Sie sind mit den Grundprinzipien und Eigenschaften der Lasermessverfahren vertraut: Interferometrie, Holografie, Speckle-Messtechnik, Laser-Triangulation, Laser-Dopplerverfahren, optische Kohärenztomographie, Laser-Spektroskopie. • Sie kennen die etablierten Einsatzgebiete und die Potentiale der Lasermesstechnik in der Produktionstechnik sowie in Forschung- und Entwicklung.

	Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studenten sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu erörtern und selbstständig zu lösen, diese Lösungen zu präsentieren und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Skript • A. Donges, R. Noll: Lasermesstechnik - Grundlagen und Anwendungen, Hüthig-Verlag (Neuauflage in engl. 2013, Springer-Verlag)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• 1 Klausur oder • 1 mündliche Prüfung Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder der Note der mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Reinhard Noll
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Lasermesstechnik (401169101)	1. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Lasermesstechnik	1. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Lasermesstechnik	1. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Wissenschaftstheorie und Forschungsmethodik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011660
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Einführung, Forschungsmethoden, Kreativitätstechniken, Modellbildung, Evaluation wissenschaftlicher Arbeiten, Validierung von Ergebnissen, Grundlagen der Statistik, Veröffentlichung von Forschungsergebnissen
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Somit kennen die Studierenden insbesondere • Wissenschaftliche Arbeitsweisen • Eigenschaften zur Klassifikation von wissenschaftlichen Methoden • Präsentations- und Veröffentlichungssystematiken Dadurch sind die Studierenden in der Lage, bekannte und neu erlernte Arbeitsmethoden zu klassifizieren und fähig, über das eigene wissenschaftliche Selbstverständnis zu reflektieren. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden können geeignete Methoden für Forschung und Entwicklung auswählen und ihre Eignung für komplexe Problemstellungen bewerten. Sie sind in der Lage, die ausgewählten Methoden in geeigneten Kontext zielführend anzuwenden. Die Studierenden können methodisch Ideen generieren und diese systematisch verarbeiten und sind in der Lage erarbeitete Modelle und Forschungsergebnisse strukturiert und wissenschaftlich darzulegen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Umdruck, Video
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt zu 2/3 aus einer Hausarbeit und zu 1/3 aus der Präsentation und Rückfragen (A) Die Präsentation wird zunächst mit Punkten bewertet. Dabei gelten folgende Entsprechungen: Die (Einzel-)Note 1,0 entspricht einer Punktzahl von 42 Punkten; bis einschließlich zur Note 4,0 entspricht die Verschlechterung der Note um einer Tendenz einer Abnahme der Punktzahl um 3 Punkte. (Beispiel: 1,7 ist um zwei Tendenzen schlechter als 1,0; subtrahiere von 42 also 2*3 Punkte und erhalte 36 Punkte.) Die Note 5,0 entspricht 0 Punkten. (B) Auch die Hausarbeit wird zunächst mit Punkten bewertet. Dabei gelten folgende Entsprechungen: Die (Einzel-)Note 1,0 entspricht einer Punktzahl von 84 Punkten; bis einschließlich zur Note 4,0 entspricht die Verschlechterung der Note um einer Tendenz einer Abnahme der Punktzahl um 6 Punkte. (Beispiel: 2,3 ist um vier Tendenzen schlechter als 1,0; subtrahiere von 84 also 4*6 Punkte und erhalte 60 Punkte.) Die Note 5,0 entspricht 0 Punkten.

	C) Durch einen freiwilligen Test können zusätzliche Punkte erarbeitet werden. Sind im Test 75% bis 89,99...% korrekt, erhält man 9 zusätzliche Punkte. Sind im Test 90% oder mehr korrekt, erhält man 18 zusätzliche Punkte. (D) Die Gesamtnote wird ermittelt, indem die Punkte unter (A) - (C) addiert und anschließend durch 3 dividiert werden. Daraus ergibt sich eine Punktzahl, die gemäß der folgenden Skala einer Note entspricht: 1,0: 40 oder mehr Punkte 1,3: 37-39 Punkte 1,7: 34-36 Punkte 2,0: 31-33 Punkte 2,3: 28-30 Punkte 2,7: 25-27 Punkte 3,0: 22-24 Punkte 3,3: 19-21 Punkte 3,7: 16-18 Punkte 4,0: 13-15 Punkte 5,0: 12 oder weniger Punkte
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Modultitel	Advanced Finite Element Methods for Engineers (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013866
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• General introduction, concept of the finite element method • Symbolic assembly procedure • Global and local coordinates • Stiffness matrix for trusses / coordinate transformation • Variational techniques • Solution of truss structures • Variational techniques, Euler-Lagrange equation • Natural and forced boundary conditions • Multiple integrals, Gauss-Theorem • Variations of elementary algebraic functions • Variational principle for linear self-adjoint diff. operators • Solution of some classical variational problems • Principle of virtual work as a weak form of the momentum balance, variational principles of mechanics (Lagrange, Hu-Washizu) • Differential equation of a linear elastic bar, analytic solution for various load cases • Rayleigh-Ritz method, weighted residual approximations, Point or subdomain collocation • Galerkin method, least-squares method, linear elastic bar approximated by a continuous shape function • Displacement formulation • Three-field (mixed) formulation • Examples to weighted residual approximations • Requirements to shape functions • Continuous shape functions, piecewise defined shape functions, approximation by piecewise defined shape functions. • 2-d problems of elasticity, triangular element, plain strain and plane stress problems, • Torsion of a prismatical bar • Examples for plain strain and plane stress problems discretized by linear triangular elements • Axisymmetric stress analysis, 3-d stress analysis

	• Construction of 2-d and 3-d finite elements (Lagrange and serendipity family) • Concept of hierarchical shape functions • Concept of mapping in iso-parametric finite elements • Application of numerical integration in 1-d, 2-d and 3-d finite element problems • Non-linear finite element problems (Newton-Raphson method) • Dynamic (time-dependent) finite element problems, time step size and mass scaling • Applications to fluid flow problems, weak form of the Navier-Stokes equation
Lernziele/Lernergebnisse	The aim of the course is to impart the basic knowledge about finite element methods and their application to solid and structural mechanics. The students will • understand why the FE-Method and the other numerical methods behind are important for engineering practice • understand the basic concept of FEM • be able to find solutions for trusses with a variety of boundary conditions • understand the fundamental concept of variational calculus • be able to find solutions for mechanical problems by using weighted residual methods • be able to use finite element method for plane strain, plane stress and torsion problems • be able to construct finite elements with linear and non-linear shape functions • understand the application of numerical integration in finite element method • understand the concept of non-linear and time-dependent finite element problems In addition, voluntary programming exercise sessions are offered to deepen the theoretical understanding. A simple FEM solver is developed in Python, numerical integration schemes are discussed and the FEniCS programming package is introduced.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0

Selbststudium (h)	90,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Advanced Finite Element Methods for Engineers (401386601)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Advanced Finite Element Methods for Engineers	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Tutorial Advanced Finite Element Methods for Engineers	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Mehrphasenströmung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017887
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	- Overview (time scale analysis, governing equations, thermodynamics) - Physical description (Navier-Stokes equations, surface tension, phase change, N-equation models) - Interface dynamics (curvature effects, moving mesh methods, marker methods, level set methods, volume of fluid methods) - Particle dynamics (Particle description, drag laws, single droplet mass transfer, coll ision and coalescence models, Basset-Boussinesq-Oseen equation) - Reacting particles (Stefan Flow, film models, coal combustion, particle clouds) - Lagrangian modeling for sprays (primary breakup, secondary breakup, dropleUwall interaction) - Statistical modeling for dispersed phases (PDF methods, Monte carlo methods, FokkerPlanck methods) - Experimental methods (LDA, PDA, PIV, DBI, Schlieren, OH* chemiluminescence) - Applications in process engineering (process reactor, absorber, hydrocyclone, bubble column, particle beds and clouds, pneumatic and hydraulic transport, Sherwood correlations) - Applications in engine injection (hydraulic flip, injector types, injection strategies)
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge: The course will focus on theoretical, experimental, modeling, and computational aspects of multiphase systems in dispersed and separated regimes. Students get a basic knowledge and oveNiew of the field of multiphase flows. They gather understanding of the main toolkit to describe and understand multiphase flow phenomena, and to model and simulate practical applications. Competences: Students are able to understand publications and talks on the subject. They can make their own contributions to the field. They can also develop basic programs for multiphase models and use state-of-the-art codes.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Basic knowledge in fluid mechanics, partial differential equations. thermodynamics, and numerical methods
Literatur	Fluid Dynamics and Transport of Droplets and Sprays, W. A. Sirignano Multiphase Flows with Droplets and Particles, C. T. Crowe, J. D. Schwarzkopf, M. Sommerfeld, Y. Tsuji
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	A written or an oral exam
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Heinz Pitsch
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Multiphase Flows	1. Semester	2. Semester	6	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Multiphase Flows	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Multiphase Flows	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Ramanspektroskopie in der Energie- und Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017883
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Im Rahmen dieser Vorlesung werden neben den theoretischen, die experimentellen Grundlagen der Raman-Spektroskopie vorgestellt. Dazu werden u.a. die für das Verständnis notwendigen Themen aus den Bereichen Optik und Datenauswertung behandelt. Ziel der Vorlesung ist es, die Studierenden in der Lage zu versetzen, selbstständig Experimente mit der Raman-Spektroskopie durchzuführen und auszuwerten. Dazu erhalten die Studierenden u.a. die Gelegenheit, in den Übungen, einzelne Optikkomponenten zu handhaben wie auch Experimente an bestehenden Raman-Aufbauten durchzuführen. Die Inhalte für die einzelnen Vorlesungstermine sind: Inhalt • VL1 - Prinzip der Ramanspektroskopie • VL2 - Komponenten für Raman-Experimente I: Linsen (geometrische Optik) • VL3 - Komponenten für Raman-Experimente II: Spiegel, Filter (Wellenoptik) • VL4 - Komponenten für Raman-Experimente III: Gitter ((Wlennoptik) • VL5 - Komponenten für Raman-Experimente IV: Spektrometer & Detektor • VL6 - Komponenten für Raman-Experimente V: Laser • VL7 - Raman-Effekt I: klassisch • VL8 - Raman-Effekt II: quantenmechanisch • VL9 - Auswertung I: Spektrenvorbehandlung • VL10 - Auswertung II: Kalibrieren & quantitative Auswertemethoden • VL11 - Raman-Varianten I: CARS • VL12 - Raman-Varianten II: SERS, TERS & neuste Entwicklungen
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden kennen Raman-Spektroskopie als analytisches Verfahren in der Verfahrens- und Energietechnik. Die Studierenden haben sich dazu folgendes Wissen angeeignet: • theoretische, physikalische Grundlagen des Raman-Effekts • Einsatzgebiete der Raman-Spektroskopie im Rahmen der Verfahrens- und Energietechnik • Varianten der Raman-Spektroskopie, (CARS, SERS, TERS) • experimentelle Aufbauten für die Raman-Spektroskopie: einzelne Komponenten und deren Zusammenwirken • verschiedene Methoden zur Interpretation von Raman-Spektren Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, experimentelle Einrichtungen zu bedienen, eigene Experimente im Optiklabor aufzubauen, Experimente durchzuführen und die erhaltenen Messergebnisse zu interpretieren. Weiterhin können sie anhand der vom Hersteller genannten Spezifikationen beurteilen, inwieweit kommerziell angebotene Raman-Anlagen für eine spezielle Messaufgabe geeignet sind.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Veranstaltungsliteratur: • Vandenabeele, P. (2013) Practical Raman Spectroscopy. 1. Aufl., John Wiley & Sons, Ltd Empfohlene weiterführende Literatur: • Eichler, H., Freyberger, M., Fuchs, H., et al. (2008). Bergmann, Schäfer: Optik. 10 Aufl., Gruyter • Demtröder, W. (2011) Laserspektroskopie 1. 6. Aufl., Springer-Verlag Berlin Heidelberg • Demtröder, W. (2011) Laserspektroskopie 2. 6. Aufl., Springer-Verlag Berlin Heidelberg • Haken, H., Wolf, H., C. (2006) Molekülphysik und Quantenchemie. 5. Aufl., Springer-Verlag Berlin Heidelberg
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Koß
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	30
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Ramanspektroskopie in der Energie- und Verfahrenstechnik (401788301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Ramanspektroskopie in der Energie- und Verfahrenstechnik	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Ramanspektroskopie in der Energie- und Verfahrenstechnik	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Regelungstechnisches Seminar (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017849
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Zeitdiskrete Systeme, z-Transformation, Stabilität 2. Nichtlineare Systeme, Lyapunov-Funktionen, Stabilität 3. Parameterraumverfahren 4. Zustandsbeobachtung über Kalmanfilter 5. und folgende Vortragsthemen nach Wahl der Studenten. Mögliche Themen sind hierbei: • Adaptive Regelung, • Fuzzy-Control, • Passivitätsbasierte Regelung, • Robuste Regelung, • Multi-Agenten-Systeme, • Regelung vernetzter Systeme, • Fehlertolerante Regelsysteme, • Regelung mittels Spieltheorie, • Schaltende Systeme, • Youla-Kurcera Parametrisierung, • Regelung von Port-Hamilton-Systemen, • Extremum-Seeking und andere
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen kennen die Studenten ein breites Methodenspektrum zu Reglerauslegung. Sie wissen um die praktische Anwendung dieser Verfahren sowie um ihre Vor- und Nachteile. Auch sind sie sich aktueller Forschungstrends in der Regelungstechnik bewusst. Zudem verstehen sie die konzeptionellen Unterschiede zwischen den verschiedenen regelungstechnischen Methoden. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, für ein gegebenes System ein geeignetes Regelungsverfahren auszuwählen und diese Wahl wissenschaftlich zu begründen. Zudem können sie sich neue Regelungsverfahren schnell selbständig über Fachliteratur aneignen und sind fähig, diese in den Kanon der regelungstechnischen Methodik korrekt einzugliedern. Des Weiteren können sie durch die theoretische Abstraktion und gleichzeitige praktische Konkretisierung der Verfahren diese in wissenschaftlich und didaktisch ansprechender Weise einem breiten Publikum präsentieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Regelungstechnik oder Systemtheorie; wesentliche Inhalte aus „Höhere Regelungstechnik" werden zu Beginn wiederholt, womit der Besuch von „Höhere Regelungstechnik" keine Voraussetzung ist.
Literatur	-
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 75% aus der mündlichen Prüfung und zu 25% aus dem Referat
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dirk Abel
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Regelungstechnisches Seminar	1. Semester	2. Semester	3	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Regelungstechnisches Seminar	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Robotic Systems (Wahlpflichtfach)
Kennung	4018563
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1st Lecture Introduction to Industrial Robots (History of Robotics, Definition of Robotics, World Robotic Market, Requirements and application scenario, Essential construction elements of an industry robot, Category of robotics, Robotic Companies and StartUps, Future smart and intelligent Robots) 2nd Lecture Introduction to Advanced Robots (Advanced, Space, Food, Medical, Home Cleaning Robots, Mobile Manipulators, Intelligent Vehicles, World Robotic market: Service Robotics) 3rd Lecture General Robot Structures (Joints and Motion, Degree of Freedom, Workspaces, Different Classifications) 4th Lecture Structural Synthesis (Selection of robotic structures / quantitative optimization) 5th Lecture Robot End-effector Technology (Types and function of different End-effector technologies) 6th Lecture Gripper Technology (Characteristics of Objects, The Grasp, Gripper Mechanisms, Merit Indices, Design) 7th Lecture Components of Robotic Systems (Gears) 8th Lecture Components of Robotic Systems (Actuators) 9th Lecture Components of Robotic Systems (Sensors and Vision Systems) 10th Lecture Components of Robotic Systems (Control and Safety Architecture) 11th Lecture Properties and Benchmarking (Performance evaluation) 12th Lecture Mobile Manipulators (Types of Wheels, Kinematic Constrains, Robot Configuration Variables, Characterization of robot mobility, Wheeled Robot Structures) 13th Lecture Control and Path Planning (Artificial Intelligence)
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and understanding: The students have a profound comprehension of the fundamentals of robotic systems as well as the components used to build and run a robotic system. Thus, they are capable of comprehending, describing and analyzing robotic systems and components. Skills and competencies: The students got a brief overview about existing and future robotic systems. The students are capable of running through the development and implementation process of a mechatronic robotic gripper. They have the ability to analyse the kinematic structure of robots as well as grippers. Furthermore, they have the knowledge and the ability to launch and use general robotic components (stepper motor, sensors) and control (via microcontroller) the kinematic structures to complete it to a full mechatronic system. For the development of the gripper during the project, the students use general methods of structural synthesis and follow the development guidance for mechatronic systems (VDI 2206).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Recommended requirements: - mechanic (kinematic, dynamic) - mathemaitc I,II,III
Literatur	- Lecture slides - Exercise slides Recommended literatur:

	- Siciliano, B.: Robotics; Modelling, Planning and Control, Springer International Publishing, 2009, eBook ISBN 978-1-84628-642-1, DOI 10.1007/978-1-84628-642-1 - Siciliano, B. (Hrsg.): Springer Handbook of Robotics, Springer International Publishing, 2016, eBook ISBN 978-3-319-32552-1, DOI 10.1007/978-3-319-32552-1
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	A written or an oral exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: apl. Professor Dr.-Ing. Mathias Hüsing
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Robotic Systems (401856301)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Robotic Systems	1. Semester	2. Semester	-	2
Exercise Robotic Systems	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Advanced Robotic Kinematics and Dynamics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4018564
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1st Lecture Introduction of Robotic Systems (Industrial root brief introduction, Modelling, Planning and Control) 2nd Lecture Position, Orientation and Rotation Matrix (Pose of Rigid Body, Rotation Matrix, Composition of Rotation Matrices, Euler Angles, Axis and Angle, Unit Quaternion) 3rd Lecture Coordinate System/Homogeneous Transformations/Joints (Coordinate Systems, Homogeneous transformations, Joints) 4th Lecture Direct Kinematics – Serial/Parallel (Direct Kinematics -->; Two planar arm, Denavit-Hartenberg Convention, Kinematics of typical manipulator structures) 5th Lecture Inverse Kinematics (Joint and operational space, workspace, redundancy, Inverse kinematics, Problems and Properties, Analytical and Numerical Solutions) 6th Lecture Differential Kinematics (Definition, geometric Jacobian, Jacobian for typical manipulator Structures, Kinematic singularities) 7th Lecture Inverse Differential Kinematics and Statics (Definition, Calculation methods, Jacobian transpose and statics, velocity and force) 8th Lecture Modelling of Dynamics Model (Direct and Inverse Dynamics definition, Mechanics, Modelling of a rotary drive system, Lagrange Formulation, Examples) 9th Lecture Notable Properties of Dynamic Model (Analysis, Properties, Extensions, Parametrization, identification, uses) 10th Lecture Newton-Euler Formulation (Derivative of a vector in moving frame, Dynamics of a rigid body, recursive algorithm) 11th Lecture Trajectory Planning in Joint Space (Path and Trajectory, Point-to-Point motion, Motion through a sequence of points) 12th Lecture Trajectory Planning and Optimization in Cartesian Space (Path Primitives. Position and Orientation Planning, Optimal Trajectory Planning) 13th Lecture Kinematic Control (Definition of robot motion control and kinematic control, joint and cartesian space control) 14th Lecture Dynamic Control (Dynamic Model and its control properties, P/PD/PID control law)
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and Comprehension: The students have a profound comprehension of the fundamentals of robotic kinematics and dynamics. - Position, Orientation and Rotation Matrix + Homogeneous Transformations and Coordinate Systems - Direct and Inverse Kinematics - Differential and Inverse Differential Kinematics and Statics - Dynamic Model calculations - Trajectory Planning Skills and competencies: The students are able to set up the algorithms that are necessary to calculate position, velocities and accelerations of robotic systems and have a comprehensive understanding of the mathematical descriptions of the movement states. Particularly the students have the ability to deploy and use the DH-notation for robotic systems. At the same time, they consider the requirements of engineering science for different robotic structures. The Students are able, by knowledge and competence of methods, to select suitable robotic structures for the relevant handling tasks, to recognise important parameters and describe them mathematically correct to implement them into a programming. Furthermore, the students are able to program a robotic trajectory in joint and cartesian space and execute it in simulations.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	- mechanics I,II,III - mathematics I, II, III - control theory
Literatur	- Lecture slides - Exercise slides Recommended literature: - Siciliano, B.: Robotics; Modelling, Planning and Control, Springer International Publishing, 2009, eBook ISBN 978-1-84628-642-1, DOI 10.1007/978-1-84628-642-1 - Siciliano, B. (Hrsg.): Springer Handbook of Robotics, Springer International Publishing, 2016, eBook ISBN 978-3-319-32552-1, DOI 10.1007/978-3-319-32552-1
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written exam Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur, der mündlichen Prüfung oder dem e-Test, je nachdem welche Prüfungsform zutrifft.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. (UPT) Burkhard Corves
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Advanced Robotic Kinematics and Dynamics (401856401)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Advanced Robotic Kinematics and Dynamics	1. Semester	2. Semester	-	2

Vorlesung Advanced Robotic Kinematics and Dynamics	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Faserverbundstrukturen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017423
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung in den Faserverbundbau 1.1. Entwicklung von Faserverbundwerkstoffen 1.2. Vor- und Nachteile von Faserverbundwerkstoffen 1.3. Beispielanwendungen in der Luft- und Raumfahrt und im Automobilbau 2. Werkstoffkunde der Faserverbunde 2.1. Faserwerkstoffe 2.2. Faserhalbzeuge 2.3. Matrixwerkstoffe 2.4. Faser-Matrix-Halbzeuge 3. Werkstoffeigenschaften einer UD-Schicht 4. Elastizitätsgesetz der Faserschicht 4.1. Elastizitätsgesetz der UD-Schicht 4.2. Elastizitätsgrößen der UD-Schicht 4.3. Transformationsregeln 4.4. Polardiagramme 5. Bestimmung der Elastizitätsgrößen der UD-Schicht 6. Elastizitätsgesetz des Mehrschichtenverbundes 6.1. Die klassische Laminattheorie 6.2. Steifigkeitsmatrix unterschiedlicher Laminataufbauten 7. Temperaturdehnung und Quellung 8. Statische Festigkeit von Mehrschichtverbunden 8.1. Versagensformen der UD-Schicht 8.2. Global-Bruchkriterien 8.3. Bruchtyp-Bruchkriterien 8.4. Degradationsanalyse 9. Entwurf von Laminaten 10. Krafteinleitungen in Laminate 11. Bauteile in Sandwichbauweise 11.1. Werkstoffkunde der Sandwichbauweise 11.2. Versagensformen von Sandwichmaterialien 11.3. Berechnung von Sandwichbauteilen 11.4. Konstruktion von Sandwichbauteilen 12. Stabilitätsverhalten dünnwandiger Flächentragwerke aus Faserverbundwerkstoffen 13. Verbindungstechnik
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden lernen • die für die Strukturberechnung wesentlichen Werkstoffeigenschaften von Faser und Matrix, • den Zusammenhang zwischen den Eigenschaften der Komponenten einer Faserschicht und den daraus resultierenden Eigenschaften dieser Faserschicht, • die Auswirkungen der Faserorientierungen auf die Steifigkeitseigenschaften des Laminats, • einfache Verfahren für den Laminatentwurf, • die Festigkeitskriterien für Laminate unter zweiachsialer Belastung, • das strukturmechanische Verhalten von Sandwichmaterialien und dessen vereinfachte Berechnung, • die zusätzlichen Versagensarten von Sandwichmaterialien, • Besonderheiten in der Konstruktion von Bauteilen aus Faserverbundwerkstoffen, • die Verbindungsberechnung von Faserverbundbauteilen.

	Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden können nach Belegung des Moduls • die Eigenschaften einer Faserschicht auf mikromechanischer Basis bestimmen, • die Eigenschaften von Laminaten bestimmen, • Laminataufbauten entwerfen und deren Steifigkeiten bestimmen, • Laminate hinsichtlich ihrer Festigkeit bewerten, • Bauteile aus Faserverbundwerkstoffen berechnen und optimieren, • Lasteinleitungen in Faserverbundbauteile konstruieren und berechnen, • Sandwichbauteile bemessen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Mechanik I,II • Leichtbau
Literatur	Empfohlene weiterführende Literatur: • Jones, R. M.: Mechanics of Composite Materials, McGraw-Hill, 1975 • Schürmann: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden. Springer, 2007. • Mechanics of Laminated Composite Plates and Shells: Theory and Analysis. CRC Press, 2003.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	schriftlich oder mündlich
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Faserverbundstrukturen (401742301)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Faserverbundstrukturen	2. Semester	1. Semester	-	2

Übung Faserverbundstrukturen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt (Wahlpflichtfach)
Kennung	4016357
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Numerische Verfahren der Tragwerksberechnung 2. Modellierung komplexer Strukturen 3. Berechnung ebener Flächentragwerke 4. Stabilitätsverhalten ebener Flächentragwerke 5. Postkritisches Verhalten 6. Berechnung von Schalen 7. Stabilitätsverhalten von Schalen 8. Versteifte Schalen 9. Sandwichbauweise 10. Auslegungskonzepte und Optimierung
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden lernen: • die grundlegenden Ansätze numerischer Berechnungsverfahren in der Strukturmechanik zu beschreiben, • das Modell des Schubfeldträgers zu erklären, • die theoretischen Grundlagen des Tragverhalten von Flächentragwerken darzustellen, • das Tragverhalten von Tragwerken des Leichtbaus im postkritischen Bereich zu beschreiben, • die Grundlagen der Theorie der Membranschalen zusammenzufassen, • die Effizienz von Sandwichstrukturen zu erklären. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden können nach erfolgreicher Belegung des Moduls: • komplexe Strukturen des Leichtbaus mit passenden numerischen Modellen abbilden und die Qualität der Simulationsergebnisse bewerten, • komplexe Strukturen mit dem Modell des Schubfeldträgers analysieren, • das Tragverhalten von ebenen Flächentragwerken und Schalen analysieren, • Flächentragwerke und Schalen dem Tragverhalten entsprechend konstruieren, • das Tragverhalten von Leichtbaustrukturen auch im postkritischen Bereich bewerten, • wohl ausgelegte Sandwich-Strukturen konstruieren, • Topologieoptimierer anwenden und deren Ergebnisse bewerten. Diese Fertigkeiten sind insbesondere für den Entwurf und die Auslegung von Strukturen der Luft- und Raumfahrt notwendig. Zudem werden die Studierenden in die Lage versetzt, kritische Punkte im Entwurf von Leichtbaustrukturen zu identifizieren und Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln. Diese können sie zudem bewerten und die Ergebnisse nach außen hin vertreten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): • Leichtbau • Mechanik I und II • Werkstoffkunde I und II • Maschinengestaltung

	• Höhere Mathematik
Literatur	• Hertel, H.: Leichtbau, Springer Verlag, 1960 • Wiedemann, J.: Leichtbau, Band I: Elemente, Springer Verlag, 1986 • Wiedemann, J.: Leichtbau, Band II: Konstruktion, Springer Verlag, 1989 • Czerwenka, G., Schnell, W.: Einführung in die Rechenmethoden des Leichtbaus, Band 1 und 2, BI-Hochschultaschenbücher • Roark, R. J., Young, W. C.: Formulas for Stress and Strain, McGraw-Hill, 1975 • Jones, R. M.: Mechanics of Composite Materials, McGraw-Hill, 1975 • Bruhn, E. F.: Analysis and Design of Flight Vehicles Structures • Niu, M. C. Y.: Airframe Structural Design, Conmilit Press Ltd., 1988
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Eine schriftliche Klausur • Im Fach Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt können die Studierenden Bonuspunkte für die Klausur erwerben. Die Bonuspunkte werden den Kandidaten nur angerechnet, wenn sie die schriftliche Prüfung bestehen. Sie dienen also zur Verbesserung der Note nach Bestehen der Prüfung. Die Bonuspunkte sind nach Erwerb ein Jahr lang gültig.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modellierungsteamverantwortlicher: Michael Sauer B. Sc. Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Kai-Uwe Schröder
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt (401635701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Strukturentwurf für Luft- und Raumfahrt	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Datenkommunikation und Sicherheit (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211972
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Client/Server- und Peer-to-Peer-Systeme • OSI-Referenzmodell und TCP/IP-Referenzmodell • Übertragungsmedien und Signaldarstellung • Fehlerbehandlung, Flusssteuerung und Medienzugriff • Lokale Netze, speziell Ethernet • Netzkomponenten und Firewalls • Internet-Protokolle: IP, Routing, TCP/UDP • Sicherheitsmanagement und Datenschutz, Sicherheitsprobleme und Angriffe im Internet • Grundlagen der Kryptographie und sichere Internet-Protokolle
Lernziele/Lernergebnisse	**Kenntnisse:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende • den Aufbau von Kommunikationsprotokollen • Protokolle und Komponente in lokalen Netzen • gängige Internet-Protokolle sowie mögliche Angriffsszenarien und Sicherheitsprobleme **Fähigkeiten:** Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende • gängige Internet-Protokolle nutzen • Protokolle und Komponenten in lokalen Netzen einsetzen • einfache Anwendungen implementieren, welche über Internet-Protokolle kommunizieren **Kompetenzen:** Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage, • den Aufbau lokaler Netze selbstständig zu entwerfen • den Nutzen der Verwendung bestimmter Internet-Protokolle zu beurteilen • Sicherheitsprobleme grundlegend einzuschätzen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Inhalt der Vorlesung "Betriebssysteme und Systemsoftware"
Literatur	• A. S. Tanenbaum: Computer Networks, 4th Edition, Prentice-Hall International, 2003 • J. F. Kurose, K. W. Ross: Computer Networking - A Top-Down Approach, 5th Edition, Pearson, 2010 • C. Kaufman, R. Perlman, M. Speciner, Network Security - Private Communication in a Public World, 2nd Edition, Prentice Hall PTR, 2002 • Zus?tzlich: Folien zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Benotung ergibt sich zu 100% aus der abschließenden schriftlichen Prüfung zum Modul. Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben. Wird

	vorgesehen, dass semesterbegleitende Hausaufgaben auf die Prüfungsnote angerechnet werden, sind die entsprechenden Regelungen der Prüfungsordnung zu beachten. Prüfung nach Ende der Vorlesungszeit.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Klaus Wehrle
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Datenkommunikation und Sicherheit (121197202)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Datenkommunikation und Sicherheit (121197201)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Datenkommunikation und Sicherheit (2)	2. Semester	1. Semester	-	3
Globalübung Datenkommunikation und Sicherheit (2)	2. Semester	1. Semester	-	-

Modultitel	Chemische Energieumwandlung I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010999
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Massen- und Energiebilanzen reagierender Systeme 2 • Das chemische Gleichgewicht 3 • Elementarreaktionen, die Reaktionsgeschwindigkeit 4 • Schadstoffbildung 5 • Zündung in homogenen Systemen 6 • Der homogene Strömungsreaktor 7 • Grundgleichungen chemisch reagierender Strömungen 8 • Modellierung turbulenter Strömungen 9 • Laminare Vormischflammen 10 • Turbulente Vormischflammen 11 • Nicht-vorgemischte Verbrennung 12 • Der Mischungsbruch 13 • Die laminare und die turbulente Freistrahlflamme 14 • Verbrennung von Einzeltropfen
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studenten kennen den Unterschied zwischen vorgemischter und nicht-vorgemischter Verbrennung. • Sie können das erworbene Wissen der chemischen Kinetik von elementaren Reaktionen umsetzen um Zündung in Verbrennungsmotoren zu beschreiben. • Sie kennen die Grundgleichungen laminarer und turbulenter Strömungen und deren Vereinfachung und Modellierung.

	• Sie kennen die Grundlagen der thermischen Flammentheorie, sowie Approximationsformula für laminare und turbulente Brenngeschwindigkeiten. • Sie kennen den Mischungsbruch und können Flamelet-Modelle für die nicht-vorgemischte Verbrennung benutzen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen (z.B. andere Module) • Wärme- und Stoffübertragung I Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse,) • Strömungsmechanik Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Verbrennungskraftmaschinen I
Literatur	• Vorlesungsumdruck Technische Verbrennung, 230 Seiten, zahlreiche Abbildungen sowie Vorlesungsfolien und Übungsaufgaben (können von der Website des Instituts - www.itv.rwth-aachen.de - heruntergeladen werden)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Heinz Pitsch
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Chemische Energieumwandlung I (401099901)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Chemische Energieumwandlung I	2. Semester	1. Semester	-	1

Vorlesung Chemische Energieumwandlung I	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Grundlagen der Turbomaschinen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014354
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Turbomaschinen spielen in weiten Teilen unseres Lebens eine bedeutende Rolle. Sie sind Antriebe nahezu aller modernen Flugzeuge, werden im Bereich der Stromerzeugung eingesetzt oder sind wichtiger Bestandteil in Anlagen der Prozessindustrie. Dabei werden immer höhere Anforderungen in Bezug auf Effizienz, Emissionen und Leistungsfähigkeit gestellt. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können ist ein tiefes Verständnis der Thermodynamik, Aerodynamik und Strukturmechanik von Turbomaschinen erforderlich. In dieser Vorlesung werden die Grundlagen der Strömungsmechanik und der Thermodynamik auf ; Turbomaschinen angewandt. Nach einer allgemeinen Einführung in die Einsatzgebiete von Turbomaschinen werden zunächst die Wirkungsweise von Schaufelgittern in Turbinen, Verdichtern und Pumpen erläutert. Die Gitter werden anschließend zu Stufen zusammengefasst. Dabei wird deren Zusammenwirken beim Einsatz in ein- und mehrstufigen Turbomaschinen untersucht. Ferner werden unterschiedliche Ausführungen von Maschinen und Anlagen betrachtet sowie Kriterien für die Auswahl geeigneter Ausführungen bei einer gegebenen Aufgabe entwickelt. Neben Turbinen, Verdichtern und Pumpen, werden auch die Grundlagen der Aerodynamik von Windkraftanlagen betrachtet. Auf Grund der speziellen Bauform von Windkraftanlagen sind hierfür eigene Berechnungsmethoden notwendig. Die Vorlesung behandelt sowohl die Charakteristiken, als auch die Betriebsbereichsgrenzen von Maschinen und Anlagen. Diese werden anhand der im Turbomaschinenbau üblichen Kennfelder und Diagramme verdeutlicht. Auf deren Basis werden im Anschluss verschiedene Regelungsstrategien für Turbinen, Verdichter und Pumpen erläutert. Schließlich werden die unterschiedlichen, auf die Turbomaschinen und ihre Komponenten einwirkenden, Betriebseinflüsse beschrieben und Möglichkeiten zur Reduzierung schädigender Einflüsse gezeigt. Abschließend sollen auch die Auswirkungen von Energieumwandlungsanlagen auf die Umwelt betrachtet werden.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind fähig, den Aufbau und die Wirkungsweise von Grundlagen der Turbomaschinen darzustellen. • Sie sind in der Lage Energiewandlungsmaschinen bezüglich ihrer Einsatzzwecke zu klassifizieren und auszuwählen. • Die Studierenden können die thermodynamischen Grundlagen auf die Energieumsetzung in Energiewandlungsmaschinen anwenden. • Die Studierenden kennen Energiewandlungsanlagen und deren Prozesse. • Sie sind in der Lage das Betriebsverhalten von Strömungsmaschinen zu beschreiben und die Betriebsgrenzen zu erkennen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren. • Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberstellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-

(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module) • Thermodynamik • Strömungsmechanik
Literatur	• Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Durch die Bearbeitung elektronischer Prüfungen können bis zu 10% Bonuspunkte, bezogen auf die reguläre Klausur erreicht werden. Auch ohne Bonuspunkte können in der regulären Klausur 100% der Punkte erreicht werden. Die Bonuspunkte werden nur dann angerechnet, wenn die Klausur auch ohne Anrechnung der Bonuspunkte bestanden wäre. Die Bonuspunkte gelten für das aktuelle und darauf folgende Semester."
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke Universitätsprofessor Dr.-Ing. habil. Manfred Christian Wirsum
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Grundlagen der Turbomaschinen (401435401)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Bonuspunkteprüfung Grundlagen der Turbomaschinen	1. Semester	2. Semester	-	0
Vorlesung Grundlagen der Turbomaschinen	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Grundlagen der Turbomaschinen	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Grundlagen Mobiler Antriebe (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013322
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Die Vorlesung befasst sich mit den verschiedenen Prinzipien der Energieumwandlung mit dem Schwerpunkt der Umwandlung von Brennstoffenergie und den Hauptanforderungen an Verbrennungsmotoren. Anhand von Vergleichsprozessen werden die thermodynamischen Zusammenhänge des Motorprozesses aufgezeigt. Es wird auf die Definition der unterschiedlichen Wirkungsgrade eingegangen. Die Anwendung dieser zusammenhänge erfolgt bei der Behandlung wichtiger Kenngrößen aus dem Verbrennungsmotorenbau. Eine Einteilung der Verbrennungsmotoren nach unterschiedlichen Merkmalen, nach der Art des Prozesses, dem Ablauf der Verbrennung, der Art der Zündung und der Kinematik führt zur Behandlung ausgewählter Aspekte der Motorentechnik. Es erfolgt eine eingehende Betrachtung der Entstehung von Schadstoffen sowohl beim Otto- als auch beim Dieselmotor. Der in den Vorlesungen vermittelte Stoff wird in Übungen anhand von Beispielen aus der Praxis vertieft. Die folgenden Themengebiete werden behandelt: • Thermodynamische Grundlagen • Kenngrößen • Prozess im Ottomotor • Prozess im Dieselmotor • Schadstoffentstehung und Abgasnachbehandlung • Einteilung und Merkmale der Verbrennungsmotoren. Darüber hinaus werden die Grundlagen der elektrochemischen Energiewandlung in einer Brennstoffzelle vorgestellt. Außerdem werden die physikalischen Grundlagen von Elektromotoren, sowie die unterschiedlichen Typen und deren Kennfelder vorgestellt.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden besitzen ein Grundverständnis des Aufbaus und der Mechanik von Verbrennungsmotoren. Die Unterschiede zwischen den Arbeitsverfahren von Otto- und Diesel-Motoren sind geläufig. Die Studierenden haben ein Verständnis der Entstehungsmechanismen von Schadstoffen, sowie der Möglichkeiten zur Reduktion der Schadstoffemissionen durch Abgasnachbehandlung und innermotorische Maßnahmen. Die Studierenden kennen die Grundlagen der elektrochemischen Energiewandlung. Der Aufbau, die Auslegung sowie die effiziente Betriebsweise des gesamten Brennstoffzellensystems inklusive Nebenaggregate ist geläufig. Die Studierenden haben ein Verständnis der grundlegenden Zusammenhänge der Drehmomentbildung bei fremderregten und permanentmagneterregten Synchron-Elektromotoren. Die entsprechenden Ersatzschaltbilder sind geläufig, die Unterscheidung zwischen dem Grunddrehzahlbereich und der Änderung bei Feldschwächung sind verinnerlicht. Die Analogien zwischen mechanischen und elektrischen Größen sowie die Bedeutung von Flussverkettung und Gegeninduktion sind bekannt. Das Prinzip der feldorientierten Regelung ist geläufig. Fertigkeiten und Kompetenzen: • routinierter Umgang mit motorischen Kenngrößen zur Beschreibung und Beurteilung des Betriebsverhaltens • Beschreibung der Arbeitsverfahren von Otto- und Dieselmotoren mit Hilfe von vereinfachten thermodynamischen Vergleichsprozessen

	• Transfer der elektrochemischen Energiewandlung auf die Funktionsweise einer Brennstoffzelle bzw. Stack • Herleitung der Drehmomentbildung inkl. des Reluktanzmoments
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Grundkenntnisse der Physik, Chemie, Mechanik, Thermodynamik und Elektrotechnik
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen Mobiler Antriebe (401332201)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundlagen Mobiler Antriebe	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Grundlagen Mobiler Antriebe	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Fahrzeugtechnik I - Längsdynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010997
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Überblick zum Lehrinhalt der Veranstaltung • Verkehrssystem Kraftfahrzeug • Wirtschaftliche Aspekte des Kraftfahrzeugs 2 • Radwiderstand • Luftwiderstand 3 • Luftwiderstand Steigungs- und Gefällewiderstand 4 • Beschleunigungswiderstand • Gesamtwiderstand 5 • Energiespeicher • Ottomotor • Dieselmotor • Wankelmotor 6 • Gasturbine • Elektroantrieb • Hybridantrieb • Vergleich der Antriebe 7 • Mechanische Kupplung • Hydrodynamische Kupplung • Visco-Hydraulische Kupplung 8 • Mechanische Stufengetriebe • Mechanische stufenlose Getriebe • Hydraulische stufenlose Getriebe 9 • Automatikgetriebe • Vergleich der Getriebe 10 • Kegelraddifferential • Stirnradplanetendifferential • Differentialsperren 11 • Gesetzliche Grundlagen zur Bremsanlage

	• Radbremsen • Bremskreisaufteilung • Hydraulikbremsanlage 12 • Druckluftbremsanlage • Hybride Bremsanlagen 13 • Elektrische Bremsanlagen • Dauerbremsen • Kraftstoffverbrauch 15 • Antriebskonzepte • Fahrgrenzen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Grundlagen der Fahrzeuglängsdynamik, d.h. sie kennen Zahlen/ Statistiken zur den verschiedenen Transportsystemen, der Verkehrsentwicklung, Transportbedarf etc. Sie kennen die auf ein Fahrzeug wirkenden Fahrwiderstandsanteile. Weiterhin können sie die Baugruppen des Antriebstrangs beschreiben. • Die Studierenden können die Funktion der Baugruppen des Antriebsstranges erklären. • Die Studierenden können die gelernten Zusammenhänge der Fahrwiderstände anwenden, die Bedarfsleistung und die von einem Fahrzeug erzielten Fahrleitungen berechnen. • Die Studierenden können Eigenschaften von verschiedenen Bauformen von Antriebsstrangbaugruppen analysieren, diese vergleichen und beurteilen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Mechanik I, II und III
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Vorraussetzungen:Mechanik I, II, III
Literatur	Skript zur Vorlesung und Übung
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fahrzeugtechnik I - Längsdynamik (401099701)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fahrzeugtechnik I	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Fahrzeugtechnik I	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Fahrzeugtechnik II - Querdynamik und Vertikaldynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013361
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Anforderungen an Federungssysteme Straßenanregungen 2. Vertikaldynamische Reifeneigenschaften Aufbaufedern 3. Aufbaudämpfer Sitzsysteme Einfluss von Schwingungen auf den menschlichen Körper 4. Einmassenschwinger Modell Zweimassenschwinger Modell Parameterstudie von Fahrwerkskomponenten 5. Einspurfederungsmodell Zweispurfederungsmodell 6. Wankfederung Stabilisator- und Kompenssatorfeder Einfluss von torionsweichen Fahrzeugaufbauten auf die Federungseigenschaften 7. Anforderungen an querdynamische Fahrzeugeigenschaften Querdynamische Reifeneigenschaften 8. Instationäre querdynamische Reifeneigenschaften Einspurfahrzeugmodell 9. Analyse von stationärem Fahrzeugverhalten Analyse von dynamischem Fahrzeugverhalten 10. Vollfahrzeugmodell Dynamische Radlastunterschiede Radstellungsänderungen durch Spur- und Sturzwinkel 11. Parameterstudie bzgl. Einflussparametern auf die Fahrzeugquerdynamik Gegenseitige Beeinflussung von Fahrzeuglängs- und -querdynamik 12. Lenksysteme 13. Kinematik der Radaufhängung Elastokinematik der Radaufhängung 14. Anforderungen an Fahrwerksysteme Ausgeführte Beispiele von Fahrwerksystemen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Den Studierenden sind die Anforderungen an Fahrwerksysteme bekannt Ihnen sind die vertikaldynamischen Grundlagen bekannt und sie können elementare Modellansätze zur Analyse von Schwingungsanregungen aufstellen. • Sie kennen und verstehen die einzelnen Komponenten eines Fahrwerks und deren Funktionen sowie alle gängigen Bauformen von Fahrwerksystemen. • Die Studierenden sind mit dem Regelkreis Fahrer - Fahrzeug - Umwelt vertraut und kennen die Aufgaben des Fahrers bzgl. der Fahrzeugführung. • Sie kennen und verstehen die querdynamischen Grundlagen der Fahrzeugdynamik sowie die gegenseitigen Beeinflussungen von Vertikal-, Längs- und Querdynamik. • Die Studierenden können die Fahrzeugquerdynamik in verschiedenen Detaillierungsgraden modellieren und alle wesentlichen Fahrzustandsgrößen berechnen. • Sie können das Eigenlenkverhalten beurteilen und den momentanen Fahrzustand bewerten Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten (Methodenkompetenz).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Automotive Engineering I or similar courses; Mechanics I, II and III or or similar courses;
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Fahrzeugtechnik I • Mechanik I, II, III

Literatur	-
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fahrzeugtechnik II - Querdynamik und Vertikaldynamik (401336101)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fahrzeugtechnik II - Querdynamik und Vertikaldynamik	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Fahrzeugtechnik II - Querdynamik und Vertikaldynamik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014360
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung in die Brennstoffzellentechnik • Brennstoffzellen in der Energietechnik • Funktionsprinzip von Brennstoffzellen • Einteilung der Brennstoffzellentypen 2 • Physikalisch-chemische Grundlagen I • Zellreaktionen und Elektrodenprozesse • Thermodynamik der Brennstoffzellen • Kinetik der Elektrodenprozesse 3 • Physikalisch-chemische Grundlagen II • Strom/Spannungscharakteristika der Brennstoffzellen • Leitfähigkeitsmechanismen • Elektrochemische Meßverfahren 4 • Technische Grundlagen I • Wirkungsgrad • Ausgewählte elektrochemische und stoffliche Zusammenhänge • Stofftransport in Brennstoffzellen 5 • Technische Grundlagen II • Wärmetransport in Brennstoffzellen • Stofftransport in der systemtechnischen Peripherie • Regelung des Stofftransports • Mechanische Auslegung von druckbeaufschlagten Komponenten 6 • Brennstoffzellensysteme I • Brenngasversorgung • Entschwefelung • Reformierung • Brenngasreinigung 7 • Brennstoffzellensysteme II • Sauerstoffversorgung • Verfahrenstechnische Komponenten • Reglerkonzepte • Stromwandlungsmethoden • Gesamtsysteme 8 • Spezielle Brennstoffzellentypen I • Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzelle

	• Direkt-Methanol-Brennstoffzelle 9 • Spezielle Brennstoffzellentypen II • SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) • MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell) 10 • Energieträger für Brennstoffzellen I • Wasserstoff und dessen Herstellung • Wasserstoffspeicherung • Kohlenwasserstoffe 11 • Energieträger für Brennstoffzellen II • Alkohole (Methanol und Ethanol) • Energieketten • Biomasse 12 • Brennstoffzellenanwendungen I • Stationäre Anwendungen • Fahrzeuganwendungen 13 • Brennstoffzellenanwendungen II • Portable Anwendungen • Markteintritt 14 • Wirtschaftliche Aspekte • Kostenstrukturen von Brennstoffzellensystemen • Bewertung der Kosten neuer Technologien • Kundenrelevanz technischer Aspekte von Brennstoffzellensystemen • Grundlagen der Kostenabschätzung über Lernkurven • Lernkurven ausgewählter Systeme zur Stromerzeugung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen die fachlichen Grundlagen der Brennstoffzellentechnik, insbesondere die zugrundeliegende Elektrochemie • Die Studierenden wenden maschinenbauliche Grundlagen auf die Brennstoffzellentechnik an • Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge der Prozesse in BZSystemen und können die Systeme berechnen und auslegen • Die Studierenden wenden die gelegten Grundlagen anhand der vorherrschenden BZ-Systeme an • Die Studierenden kennen und verstehen den werkstofflichen Aufbau der vorherrschenden BZ-Systeme • Die Studierenden können die Eignung der verschiedenen Energieträger für Brennstoffzellen beurteilen • Die Studierenden können aufgrund der gewonnen Übersicht über die verschiedenen Anwendungen diese in der fachlichen Diskussion vertreten • Die Studierenden kennen die wirtschaftlichen Aspekte der BZTechnik Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden durch die Übung in die Lage versetzt, Aufgabenstellungen zu analysieren, Lösungen zu erarbeiten und mit Hilfe relevanter Kriterien zu bewerten (Methodenkompetenz) • Im Rahmen von Laborübungen werden in Kleingruppen unter wissenschaftlicher Anleitung praktische Versuche zu unterschiedlichen Themengebieten durchgeführt und gemeinsam ausgewertet und vorgestellt (Teamarbeit, Präsentation)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Grundlagenvorlesungen der jeweiligen Studienrichtung
Literatur	-
Sprache	Englisch

Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Detlef Stolten
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen (401436001)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011002
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Einleitung 2. Sensoren I 3. Sensoren II 4. Analoge Signalverarbeitung 5. Digitale Signalverarbeitung 6. Signalausgabe, Bussysteme, EMV 7. Fluidische Aktoren 8. Elektrische Aktoren 9. Modellierung/Simulation 10. Energieversorgung 11. Systeme im Kfz, Systemintegrität 12. Systeme im Schienenfahrzeug 13. S22L
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Grundlagen zu mechatronischen Systemen in aktuellen Kraftfahrzeugen und Schienenfahrzeugen. • Die Studierenden können die Funktionsweise von Sensoren und fluidischen und elektrischen Aktuatoren erklären. • Die Studierenden sind fähig, die Grundlagen der Systemtheorie (Analoge und digitale Signalverarbeitung, IIR/FIR-Filter, z-Transformation, FFT) darzulegen. • Die Studierenden sind in der Lage, theoretische Modelle von Operationsverstärkern und Analogschaltungstechnik auf aktuelle Problemstellungen zu übertragen. • Die Studierenden entwerfen Simulationsmodelle in Saber sowie Matlab/Simulink. • Die Studierenden können ein grundlegendes Energiemanagement für die 14V-Bordnetze aktueller Kraftfahrzeuge entwerfen und implementieren. • Die Studierenden können die Grundlagen zur Funktionsweise von Bussystemen in aktuellen Kraftfahrzeugen und Schienenfahrzeugen erklären.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen der Elektrotechnik für mechatronische Systeme • Fahrzeugtechnik I, II • Regelungstechnik
Literatur	• Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik - Vorlesungsumdruck I • Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik - Vorlesungsumdruck II • Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik - Übungsumdruck
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Christian Schindler Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik (401100201)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Mechatronische Systeme in der Fahrzeugtechnik	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Industrial Intelligence Interlaced Quality Management (iQM) (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011611
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Digitalisierung und Vernetzung der Produktion erhöht die Verfügbarkeit von Daten über den gesamten Produktlebenszyklus und verändert die Rolle des Qualitätsmanagements in Bezug auf die Systeme, Prozesse und Produkte. Mit der Schwerpunktverlagerung der Datenanalyse von reaktiv und korrigierend zu proaktiv und prädizierend bleiben die Grundsätze des Qualitätsmanagements bestehen, im Qualitätsmanagement handelnde Akteure benötigen allerdings Werkzeuge, z.B. aus der Domäne des Machine Learning, um mit einer veränderten Komplexität umgehen zu können. Die Vorlesung behandelt die Verschränkung von qualitätsbezogenen Methoden mit den Bedürfnissen einer raschen Lageaufklärung ggf. abweichender Prozesse entlang von Wertschöpfungsketten oder den damit verbundenen industriellen Dienstleistungen. Die Orientierung an der Struktur des "Internet of Production" baut zunächst auf den Grundsätzen des Qualitätsmanagements (z.B. wichtige Normen, Begriffsklärung System-, Prozess- und Produktqualität) auf. Die Identifikation qualitätsrelevanter Datenquellen (incl. Social Media) entlang des Produktlebenszykus führt zur Modellierung der Begriffspyramide Dateninformation-Wissen. Die statistischen/stochastischen Grundlagen dienen zum grundlegenden Verständnis von Methoden der Data Analytics und des maschinellen Lernens und werden situativ auf typische Problemklassen aus verschiedenen Bereichen des Qualitätsmanagements (z.B. Prozessregelung, Risikomanagement, Fehlermanagement) angewendet, die hinsichtlich Ihrer Struktur typisiert und so einer Operationalisierung zugänglich gemacht werden. Ziel ist die Erhöhung der Handlungskom-petenz handelnder Akteure durch Entscheidungsunterstützung (z.B. durch den Einsatz von Smart Devices). Beiträge aus der Praxis geben Einblick in die Umsetzung von Qualitätsmanagement in der Industrie.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: a.) Wissen: -Wichtige Normen und Richtlinien in der Wissensdomäne "Qualitätsmanagement"; Aufbau von Normen (High-Level Structure) - System-, Prozess- und Produktqualität - Qualitätsrelevante Daten und Datenquellen entlang des Produktlebenszyklus - Statistische und methodische Grundlagen der "lndustrial lntelligence" als Kernaufgabe des QM - Legale Implikationen b.) Verstehen: - Das "Internet of Production" - Bedeutung von Qualität und Qualitätsmanagement in der vernetzten, adaptiven Produktion - Klassifikation typischer Problemstellungen - Verständnis grundlegender Data Analytics- und Machine Leaming-Methoden c.) Anwenden: - Datenerhebung (z.B. Customer lnsights im Produktentstehungsprozess und während der Produktnutzung, datengetriebenes Beschaffungsmanagement) - Anwendung ausgewählter Data Analytics- und Machine Learning-Methoden (z.B. für Risikoquantifizierung und - prädiktion, Prozessregelung) - Qualitätsmanagement für Dienstleistungen - Entscheidungsunterstützung des "Smart Quality Expert" (z.B. Predictive Quality, Predictive Maintenance) Fertigkeiten und Kompetenzen: Fach-/Methodenkompetenz: Die Studierenden entwickeln ein im betrieblichen Ablauf operationalisierbares Verständnis der unterschiedlichen Ausprägungen des Qualitätsbegriffs und ordnen diese im Sinne einer "lndustrial lntelligence" ein. Sie sind in der Lage, Problemstellungen im Unternehmenskontext zu identifizieren und klassifizieren. Sie verfügen über grundlegende Kenntnisse im Themenkreis maschinelles Lernen, kennen

	entsprechend erweiterte Qualitätsmanagement-Methoden und können deren spezifische Anwendbarkeit und Wirksamkeit beschreiben. Anwendungskompetenz: Die Studierenden sind in der Lage, Anwendungen in der Qualitätsmanagement-Domäne mit dem ihnen als 'Werkzeug" vermittelten Wissen theoretisch und praktisch zu durchdringen. Sie sind in der Lage, mittels Qualitätsmanagement-Methoden die Struktur einer "lndustrial lntelllgence" aufzubauen, hinsichtlich ihrer Wirksamkeit zu bewerten und auf der Grundlage von Zusammenhängen und Prinzipien Methoden des Qualitätsmanagements weiterzuentwickeln und sinnvoll zu verknüpfen. Handlungskompetenz: Die Studierenden sind befähigt, auf Basis ihrer fundierten methodischen und organisatorischen Kenntnisse verbessernd in Wertschöpfungsketten einzugreifen. Sie können Situationen, Stärken und Schwächen eines bestehenden Qualitätsmanagementsystems erkennen, bewerten und geeignete Maßnahmen zu einer stimmigen Weiterentwicklung formulieren. Sonstiges: Grundlage der Veranstaltungen bilden Forschungsinhalte des Exzellenzclusters "Internet of Production". Vor diesem Hintergrund sollen die Teilnehmer den gedanklichen Transformationsschritt von der Anwendung von Werkzeugen (Methodenkompetenz) hin zum Ausgestalten der zu Grunde liegenden Prinzipien und Wirkzusammenhängen in Wertschöpfungsketten (Handlungskompetenz) tun. Die Verwendung von englischsprachigem Vorlesungsmaterial soll die Anschlussfähigkeit an internationale Studiengänge erleichtern.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Besuch der Veranstaltung "Qualitäts- und Projektmanagement" (QP), 41 .28912
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsmaterialien in englischer Sprache; Glossar der Fachbegriffe in Englisch und Deutsch Weitere Literatur laut Angaben in der Vorlesung Empfohlene weiterführende Literatur: Schmitt, Robert; Pfeifer, Tilo: Qualitätsmanagement, Strategien, Methoden, Techniken, 5. Auflage. 2015, München, Hanser Verlag, ISBN : 978-3-446-41277-4
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der abschließenden Prüfung, i.d.R. einer Klausur.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Industrial Intelligence Interlaced Quality Management (iQM) (401161101)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung lndustrial lntelligence lnterlaced Quality Management (iQM)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung lndustrial lntelligence lnterlaced Quality Management (iQM)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Artificial Neural Networks in Structural Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4021387
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Classical structural mechanics is based on continuum mechanics using tensor calculus, differential geometry, and modelling of inelastic material behaviour. This theoretical approach established in the 20th century is the basis for finite element programs widely used in industry and science. Innovative approaches by means of artificial neural networks are known to be very efficient to describe complex mathematical dependencies. This effect relies on the self-learning ability of neural networks to reproduce dependencies between mechanical quantities such as stresses, strains, or other state variables. However, the neural network is based on experience and has therefore tobe trained by experimental or numerical data. Once the neural network has been trained, it is able to predict structural deformations in shorter calculation times than by using classical numerical approaches. Also the accuracy does not suffer, even though that program codes of neural networks are shorter than classical finite element codes. In order to apply the new knowledge on practical examples, the students will learn how to develop a virtual copy of the engineering structure by means of a neural network. Here, a wide variety of components in the network with different layers, neurons, activation functions etc. is available and must be ordered for the application. Special attention is focused on the combination of artificial neural networks with the finite element method. Following this approach, advantages of mesh generation and equation solvers in finite element programs are used and parts of the classical mechanical models are replaced by neural networks. E.g. material models are substituted by trained neural networks leading to shorter simulation times. Due to the fact that artificial neural networks are becoming more widespread in engineering disciplines, students will be familiar with this new trend in simulation methods after visiting this course. They will gain the competences to support the development of neural network enhanced modelling and simulation in industrial and scientific applications.
Lernziele/Lernergebnisse	The aim of the course is to enable students to work with artificial neural networks from the viewpoint of engineering science. This implies to understand different network topologies and their applications in structural mechanics. Classical structural models will be replaced by artificial neural networks partly or completely depending on the current problem. After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes: <u>Knowledge / Understanding:</u> Students: • shall understand the topology of artificial neural networks • are to gain an overview and learn motivation of network architectures (weights, bias-terms, sensilivity analysis) • are to understand different network topologies and their applications in structural mechanics • shall describe mathematical models of artificial neural networks • are to describe possible applications of artificial neural networks in structural mechanics • shall model structures enhanced by neural networks • shall program artificial neural networks • are to find solutions for differential equations approximated by neural networks • shall develop intelligent elements and know the processes behind neural network enhanced finite element simulatios

	Abilities / Skills Students: • are expected to apply artificial neural networks for numerical predictions in structural mechanics • shall program neural networks and train them by data gained from experiments or simulations • shall train artificial neural networks by means of measurement and simulation data • shall model inelastic material behaviour with artificial neural networks • are expected to apply the enhancement of finite element simulation by neural networks Competencies: Students: • shall develop intelligent elements by combining neural networks with the finite element method • are to increase the efficiency of structural calculations towards faster simulations and new structural models without material parameters trained just by experimental or simulated data • are expected to choose, depending on the current problem, whether to replace classical structural models partly or completely by artificial neural networks • shall work with artificial neural networks from the viewpoint of engineering science
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Nonlinear Structural Mechanics Mechanik I-III
(empfohlene) Voraussetzungen	Recommended: • Mechanik I-III • Nonlinear Structural Mechanics
Literatur	• Lecture Notes • Empfohlene weiterführende Literatur: A. Engelbrecht, Computational lntelligence, An lntroduction, JohnWiley Literatur & Sens, Ltd, 2007.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	An oral or a written exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr.-lng. Marcus Stoffel
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Artificial Neural Networks in Structural Mechanics (402138701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	-

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Artificial Neural Networks in Structural Mechanics	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Artificial Neural Networks in Structural Mechanics	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Regelung verteiltparametrischer Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4022583
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	**Teil 1: Modellierung und Beschreibung verteiltparametrischer Systeme (VPS)** 1. Modellierungsprinzipien für VPS 2. Mathematische Grundlagen für VPS 3. Linearisieren von VPS 4 . Methode der Charakteristiken **Teil II: Systemanalyse für VPS** 5. Stabilität von VPS 6. Laplace-Transformation für VPS 7. Greensche Funktion 8. Modaltransformation **Teil III: Simulation von VPS** 9. Finite Differenzen 10. Finite Elemente 11. Finite Volumen **Teil IV: Reglerentwurf für VPS** 12. Modellreduktion 13. Reglerentwurf im Frequenzbereich 14. Reglerentwurf im Zustandsraum 15. Optimale Steuerung für VPS 16. Anwendungsbeispiele
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen und Verstehen:** Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung kennen die Studierenden… - die Besonderheiten und Herausforderungen verteiltparametrischer Systeme - die Vor- und Nachteile einer verteiltparametrischen Beschreibungsform

	- Beispiele für lineare und nichtlineare verteiltparametrische Systeme - die mathematischen Grundlagen zur Beschreibung verteiltparametrischer Systeme - Methoden zur Modellierung verteiltparametrischer Systeme - Verfahren zur Systemanalyse verteiltparametrischer Systeme - verschiedene Ansätze zur Regelung verteiltparametrischer Systeme **Fertigkeiten und Kompetenzen:** Nach erfolgreicher Teilnahme an der Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage... - für ein gegebenes (technisches) System ein geeignetes verteiltparametrisches Modell zu formulieren - zu bewerten, ob sich für eine gegebene Regelungsaufgabe eine verteiltparametrische Betrachtung lohnt oder nicht. - für ein verteiltparametrisches System selbständig geeignete numerische Verfahren zur Simulation des Systems begründet auszuwählen und zu implementieren. - lineare verteiltparametrische Systeme sowohl im Zustandsraum wie auch im Frequenzbereich auf systemtheoretisch wichtige Eigenschaften hin zu analysieren. - Modellreduktionen für verteiltparametrische Systeme vorzunehmen und zu implementieren. - Regler auf Basis der Modellreduktion zu entwerfen. - Regler für lineare verteiltparametrische Systeme direkt für das verteiltparametrische Systeme zu entwerfen. - die Leistungsfähigkeit der entworfenen Regler kritisch zu bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Bestehen des Moduls Regelungstechnik oder Vergleichbare
Literatur	Vorlesungsunterlagen Empfohlene weiterführende Literatur: D. Abel: Regelungstechnik (Umdruck zur Vorlesung)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur beziehungsweise der Note der mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing Dirk Abel
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Regelung verteiltparametrischer Systeme (402258301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Regelung verteiltparametrischer Systeme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Regelung verteiltparametrischer Systeme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Akustik mobiler Antriebssysteme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011590
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	V 00: Einführung V 01: Grundlagen der Akustik 1 V 02: Grundlagen der Akustik 2 V 03: Messmethoden V 04: Verbrennungsmotor 1 V 05: Verbrennungsmotor 2 V 06: Ansaug- und Abgasanlage V 07: Elektromotor V 08: Umrichter V 09: CAE V 10: Gesamtsystem (ICE, Hybrid, BEV) V 11: Gesetzgebung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: Die Studierenden kennen die akustischen Grundlagen, von den Schallfeldgrößen bis zur Ohrphysiolgie.Die Studierenden können akustische Mess- und Analysetechniken unterscheiden und kennen ihre Anwendungsgebiete.Sie kennen die relevanten Gesetzgebungen und Geräuschgrenzwerte.Sie kennen die Geräuschquellen am Motor sowie deren physikalische Zusammenhänge.Die Studierenden kennen die Maßnahmen zur Geräuschreduktion an Motoren.Sie kennen typische Schwingungsformen von Hubkolbenmotoren und ihre Abhilfemaßnahmen.Sie wissen um die Möglichkeiten der gezielten Geräuschgestaltung zur Darstellung eines Soundkonzepts. Z.B. markenspezifische Zielsounds im Fahrzeuginnenraum (angenehm/dynamisch). Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen mobiler Antriebe
Literatur	-

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Ein schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung. (je nach Teilnehmeranzahl)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Akustik mobiler Antriebssysteme (401159001)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Akustik im Motorenbau	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Akustik im Motorenbau	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Verbrennungskraftmaschinen: Konstruktion und Mechanik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011049
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Die Vorlesung behandelt zunächst verschiedene Kraftstoffe als Energielieferant. Die Betrachtung der thermodynamischen Abläufe mit Hilfe von Vergleichsprozessen gibt Aufschluss über die Energieumsetzung im Motor. Grundlegende Mechanismen der Wärmeübertragung werden vorgestellt und darauf aufbauend Berechnungsmethoden für die Wärmeströme und die thermisch induzierte Spannungen in Verbrennungsmotoren besprochen. Die Herleitung von Ähnlichkeitsregeln und Kennwerten erlaubt die Auslegung von Verbrennungsmotoren und die Abschätzung mechanischer, thermischer und dynamischer Leistungsgrenzen. Den Wirkungen von Massenkräften, Momenten und Drehschwingungen ist ein weiteres Kapitel gewidmet. Aufbauend auf dem Vorlesungsinhalt werden die Anforderungen an die Konstruktionselemente des Verbrennungsmotors sowie an die Gestaltung des Kühl- und Schmiersystems abgeleitet. Die in den Vorlesungen vermittelten Inhalte werden in Übungen anhand von Beispielen aus der Praxis vertieft.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studenten kennen die thermodynamischen Abläufe in Verbrennungskraftmaschinen • Die Studenten kennen die Mechanismen der Wärmeströme, Belastungen und Beanspruchungen des Verbrennungsmotors • Die Studenten kennen die wesentlichen Kenngrößen von Verbrennungskraftmaschinen und können sie kritisch bewerten • Die Studenten können die Ahnlichkeitsregeln herleiten und sind in der Lage, die mechanischen Leistungsgrenzen festzusetzen sowie die Auslegung von Motoren eigenständig durchzuführen • Die Studenten sind in der Lage, die anforderungsgerechte Auslegung entsprechender Konstruktionselemente vorzunehmen Fertigkeiten und Kompetenzen: • Die Studenten sind in der Lage, Problemstellungen zu analysieren und selbständig geeignete Lösungswege zu erarbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen Mobiler Antriebe
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen Mobiler Antriebe
Literatur	Handbuch Verbrennungsmotor (Grundlagen, Komponenten, Systeme, Perspektiven) - Herausgeber: van Basshuysen, Richard, Schäfer, Fred (Hrsg.)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger

ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Verbrennungskraftmaschinen: Konstruktion und Mechanik (401104901)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Verbrennungskraftmaschinen: Konstruktion und Mechanik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Verbrennungskraftmaschinen: Konstruktion und Mechanik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Chemische Energieumwandlung II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011659
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Turbulente Verbrennung: Einführung und Übersicht 2. Grundgleichungen turbulenter Strömungen 3. Grundgleichungen turbulenter Verbrennung 4. PDF-Transportgleichungen 5. Flamelet-Modelle für nicht-vorgemischte Verbrennung 6. Flamelet-Modelle für vorgemischte Verbrennung 7. Turbulente Diffusionsflammen: Experimente 8. Turbulente Diffusionsflammen: Aspekte der Modellierung 9. Gebietsdiagramm vorgemischter turbulenter Verbrennung 10. Der BML-Ansatz 11. Der Level-Set-Ansatz: Gefaltete Flammen 12. Der Level-Set-Ansatz: Dünne Relationszonen 13. Schadstoffbildung 14. Teilweise vorgemischte turbulente Diffusionsflammen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen unterschiedliche Modelle turbulenter Verbrennung und können deren physikalischen Grundlagen auf der Basis der Erhaltungsgleichungen für reagierende Strömungen herleiten. • Sie können numerische Lösungen aus CFD-Simulationenen interpretieren und deren Korrektheit überprüfen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Technische Verbrennung I
Literatur	Buch: N. Peters, "Turbulent Combustion", Cambridge 2000
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Heinz Pitsch
ECTS Credits	5

Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Chemische Energieumwandlung II (401165901)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Chemische Energieumwandlung II	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Vorlesung Chemische Energieumwandlung II	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Verbrennungskraftmaschinen: Thermodynamik und Emissionen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011667
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Bauformen von Verbrennungsmotoren (4-Takt-Hubkolbenmotor, Wankelmotor, 2-Takt-Motor). Die Bedeutung von Wellenvorgängen beim Ladungswechsel sowie ihre Beeinflussung durch konstruktive Maßnahmen werden nach der akustischen Theorie aufgezeigt. Die Aufgaben, Bauarten und dynamischen Vorgänge von Ventiltrieben werden in einem weiteren Abschnitt behandelt, wobei Hinweise zur Konstruktion gegeben werden. Weiterhin werden die verschiedenen Aufladeverfahren und deren Auswirkungen hinsichtlich der Leistung und des Wirkungsgrades untersucht. Unterschiedliche Gemischbildungsverfahren werden vorgestellt, unter anderem wird auf die Saugrohr- und Direkteinspritzung bei Ottomotoren und die Direkteinspritzung bei Dieselmotoren eingegangen. Die Bildung der im Abgas von Verbrennungsmotoren enthaltenen Schadstoffe sowie deren Beeinflussung werden für Otto- und Dieselmotoren aufgezeigt. Systeme zur Abgasreinigung werden vorgestellt. Es werden Oxidationskatalysatoren, Dreiwege-Katalysatoren sowie Systeme zur Reinigung von Abgas magerer Verbrennung behandelt. Zusätzlich werden auch Partikelfilter vorgestellt. Neben den Systemen selbst werden auch die Betriebsstrategien zum Einsatz solcher Systeme behandelt. Die Grundlagen moderne Motorsteuerungsgeräte sowie deren grundlegen Funktionsweise werden erläutert. Darüber hinaus werden auch die Funktionen zur On-Board-Diagnose behandelt. Abschließend wird ein kurzer Einblick in die Motorakustik gegeben. Die folgenden Themengebiete werden behandelt: • Ladungswechsel • Aufladung • Prozess im Ottomotor • Prozess im Dieselmotor • Abgasentstehung und -nachbehandlung • Motormanagement • Motorakustik
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studenten kennen die thermodynamischen Abläufe in Verbrennungskraftmaschinen • Die Studenten kennen die Mechanismen der Wärmeströme, Belastungen und Beanspruchungen des Verbrennungsmotors • Die Studenten kennen die wesentlichen Kenngrößen von Verbrennungskraftmaschinen und können sie kritisch bewerten • Die Studenten können die Ahnlichkeitsregeln herleiten und sind in der Lage, die mechanischen Leistungsgrenzen festzusetzen sowie die Auslegung von Motoren eigenständig durchzuführen

	• Die Studenten sind in der Lage, die anforderungsgerechte Auslegung entsprechender Konstruktionselemente vorzunehmen Fertigkelten und Kompetenzen: • Die Studenten sind in der Lage, Problemstellungen zu analysieren und selbständig geeignete Lösungswege zu erarbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundlagen Mobiler Antriebe
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen Mobiler Antriebe
Literatur	Skript und Folien zur Vorlesung und Übung Empfohlene weiterführende Literatur: Handbuch Verbrennungsmotor (Grundlagen, Komponenten, Systeme, Perspektiven) - Herausgeber: van Basshuysen, Richard, Schäfer, Fred (Hrsg.)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Verbrennungskraftmaschinen: Thermodynamik und Emissionen (401166701)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Verbrennungskraftmaschinen: Thermodynamik und Emissionen	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Vorlesung Verbrennungskraftmaschinen: Thermodynamik und Emissionen	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Dynamik der Mehrkörpersysteme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011487
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung • Grundlegende Zusammenhänge • Anwendungsgebiete 2 • Modellbildung • Modellansätze für physikalische Modelle • Mehrkörpersysteme • Ermittlung der Modellparameter • Allgemeine mathematische Beschreibungs-formen 3 • Kinematik der Mehrkörpersysteme • Position und Orientierung von Körpern • Translatorische Kinematik • Rotatorische Kinematik 4 • Bewegungsgleichungen: Lagrangesche Gleichungen 2. Art 5 • Bewegungsgleichungen: Newton-Eulersche Gleichungen 6 • Bewegungsgleichungen: Linearisierung, Eigenwertsatz 7 • Bewegungsgleichungen • Ungedämpfte nicht-gyroskopische Systeme • Gedämpfte gyroskopische Systeme • Eigenwertstabilitätskrieterien 8 • Lineare Systeme mit harmonischer Erregung • Reelle Frequenzgangmatrix • Komplexe Frequenzgangmatrix 9 • Zustandsgleichungen • Systemmatrix • Eigenwertansatz

10

- Zustandsgleichungen
- Fundamentalmatrix
- Modalmatrixansatz
- Satz von Cayley-Hamilton

11

- Zustandsgleichungen
- Analytische Lösung
- Numerische Lösung
- Sprungerregung
- Harmonische Erregung
- Periodische Erregung

12

- Einführung in MKS-Simulationsprogramme
- ADAMS
- SIMPACK
- SimMechanics

13

- Hands-On-Labor für MKS-Simulationsprogramme
- ADAMS
- SIMPACK
- SimMechanics

14

- Anwendungsbeispiel
- Modellierung
- Parameterfestlegung

15

- Anwendungsbeispiel
- Berechnung
- Auswertung

Lernziele/Lernergebnisse

Fachbezogen:

- Die Studierenden haben ein tiefes Verständnis über die Grundlagen der Mehrkörperdynamik
- Die Studierenden sind in der Lage Schwingungssysteme zu erfassen, zu beschreiben und einer Analyse zuzuführen.
- Die Studierenden haben die Fähigkeit mechanische Schwingungssysteme mathematisch zu modellieren unter Berücksichtigung physikalischer Effekte wie Elastizitäten, Dämpfung, Reibung etc.
- Die Studierenden kennen die wichtigsten Matrizen basierten Verfahren zur Berechnung des Eigenverhaltens und des Verhaltens unter Zwangserregung für lineare Schwingungssysteme.
- Zur Berechnung nichtlinearer Systeme sind die Studierenden in der Lage geeignete Programmsysteme auszuwählen und anzuwenden.
- Die Studierenden können die Ergebnisse von Simulationsrechnungen sinnvoll interpretieren insbesondere unter Berücksichtigung eventueller Vereibfachungen in der vorgenommenen Modellierung.
- Für die zu analysierenden Schwingungssysteme leiten die Studierenden aus ihren gewonnenen Kenntnissen die erforderlichen Methoden und Verfahren zur Synthese und Analyse her.
  Sie sind damit in der Lage mit ihrem erworbenen theoretischen Hintergrund, umfassende Fragestellungen und Probleme zur Auswahl und Auslegung von Schwingungssystemen aus der Industrie zu beantworten und zu lösen.

Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):

- keine

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)

-

(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Mechanik I,II,III • Mathematik I bis III und numerische Mathematik • Grundlagen der Maschinen- und Strukturdynamik
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Schriftlich, Mündlich, E-Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. Burkhard Corves
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Dynamik der Mehrkörpersysteme (401148701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Dynamik der Mehrkörpersysteme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Dynamik der Mehrkörpersysteme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Water and Wastewater Treatment Technologies (Wahlpflichtfach)
Kennung	3022850
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Diese Veranstaltung umfasst das breite Spektrum von verschiedenen mechanischen, physikalisch-chemischen und biologischen (Ab-) Wasserbehandlungstechnologien. Die dazu benötigten Grundlagen der Wasserchemie werden vermittelt. Außerdem werden die aktuelle Wassersituation und -versorgung, sowie Quellen und Charakteristika verschiedener (Ab-) Wässer beleuchtet. (Gesetzliche) Anforderungen an die Behandlung dieser (Ab-) Wässern werden ebenfalls betrachtet.
Lernziele/Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme an dieser Veranstaltung sind die Studierenden in der Lage… ...verfügbare Technologien zur (Ab-) Wasseraufbereitung umfassend zu beschreiben. ...die wichtigsten natürlichen und alternativen Süßwasserressourcen (z. B. Meerwasser) zu beschreiben und technische Verfahrenskombinationen zu deren Aufbereitung (z. B. Entsalzung, Desinfektion) zu bewerten. ...geeignete Lösungen für die Aufbereitung von Abwässern mit unterschiedlichem Verschmutzungsgrad zu bewerten und auszuwählen. ...Integrationen von (Abwasser-) Aufbereitungstechnologien in bestehende Prozesse zu diskutieren, z. B. im Bereich des produktionsintegrierten Umweltschutzes (Wasser- und Ressourcenwiederverwendung). ...die grundlegenden Aspekte rechtlicher Rahmenbedingungen im Bereich der (Ab-) Wasserbehandlung zu beschreiben.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine.
Literatur	Mackenzie L. Davis, Water and Wastewater Engineering: Design Principles and Practice, Second Edition (McGraw-Hill Education: New York, Chicago, San Francisco, Athens, London, Madrid, Mexico City, Milan, New Delhi, Singapore, Sydney, Toronto, 2020, 2010). https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9781260132274 Melin &; Rautenbach: Membranverfahren (2007), ISBN 978-3-540-34327-1 Metcalf &; Eddy, rev. by Tchobanoglous, George: Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery (2014), ISBN 978-0-07-340118-8 Weiterbildendes Studium Wasser und Umwelt, Bauhaus-Universität Weimar: Industrieabwasserbehandlung: rechtliche Grundlagen, Verfahrenstechnik, Abwasserbehandlung ausgewählter Industriebranchen, produktionsintegrierter Umweltschutz (2. überarbeitete Auflage - Weimar: Univ.-Verl. [u.a.], 2009), ISBN 978-3-86068-321-7
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Benotete Klausurarbeit. Es gibt keine Voraussetzungen für die Teilnahme an der Klausurarbeit.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. habil. Thomas Wintgens
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Water and Wastewater Treatment Technologies (302285001)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Water and Wastewater Treatment Technologies	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Water and Wastewater Treatment Technologies	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Stationäre Gasturbinen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014340
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	In der Vorlesung „Stationäre Gasturbinen“ wird den Studierenden die Technologie, der Energiewandlungsprozess und die Anwendungen von Gasturbinen für stationäre Anwendungen in der Strom- und Wärmeversorgung vermittelt. Die Studierenden erhalten zunächst einen Überblick über die technischen Ursprünge und die historische Entwicklung des Gasturbinenprozesses. Es wird aufgezeigt, wie sich die heute üblichen offenen Gasturbinenprozesse entwickelt haben. Eine Behandlung des idealisierten Kreisprozesses und des verlustbehafteten Kreisprozesses soll die Zusammenhänge zwischen Wirkungsgrad, Leistung und Betriebsparameter bei der anwendungsoptimierten Auslegung erklären. Es erfolgt eine Einteilung der stationären Gasturbinen in die zwei wesentlichen Bauarten. Die Besonderheiten sowie die Vor- und Nachteile der beiden Bauarten werden im Detail erklärt. In der Vorlesung wird dann die vereinfachte Berechnung des Gasturbinen-Kreisprozesses behandelt. Die Prozessberechnung erfolgt im 1D-Modell unter Berücksichtigung der wesentlichen Verluste der Gasturbine. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen werden die Möglichkeiten der Verbesserung des Gasturbinenprozesses behandelt. Es werden dabei die jeweils erreichbaren und erreichten technischen Fortschritte und die Limitierungen der Prozessoptimierung vorgestellt. Schließlich erfolgt eine Behandlung der Technologien der wesentlichen Gasturbinenkomponenten (Verdichter, Brennkammer und Turbine). Ebenso werden typische Auslegungskriterien diskutiert. Zum Schluss erfolgt ein Exkurs in exotische Gasturbinenprozesse für besondere Anwendungen.
Lernziele/Lernergebnisse	-
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Die Veranstaltung richtet sich vornehmlich an Studierende des Bachelorstudiengangs Maschinenbau mit der Vertiefungsrichtung Energietechnik. Interessierte Hörer anderer Studienrichtungen sind natürlich ebenfalls willkommen. Vorkenntnisse der Thermodynamik und des Rechnungswesens sind hilfreich aber nicht erforderlich.
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder der mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. habil. Manfred Christian Wirsum
ECTS Credits	6

Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Stationäre Gasturbinen (401434001)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Labor Stationäre Gasturbinen	2. Semester	1. Semester	-	1
Vorlesung Stationäre Gasturbinen	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Stationäre Gasturbinen	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Dampfturbinen und Abwärmenutzung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010857
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Ausgangspunkt dieser Veranstaltung ist der Betrachtung der Thermodynamik des Wasser-Dampf-Kreislaufs. Basierend auf der Analyse des einfachen Dampfkraftprozesses werden verschiedene Prozessverbesserungsmaßnahmen analysiert und unterschiedliche Optionen zur Wärmebereitstellung vorgestellt und bewertet. Diese Veranstaltung ersetzt die Veranstaltung "Dampfturbinen". Aufbauend auf dem gewonnenen Verständnis des Wasser-Dampf-Kreislaufs wird die Dampfturbine im nächsten Themenblock als individuelle Komponente betrachtet. Es werden zunächst die gängigsten Bauarten und Auslegungsphilosophien von Dampfturbinen vorgestellt. Darauf aufbauend wird Wissen über ausgewählte konstruktive Merkmale von Dampfturbinen vermittelt. Als wichtiger Teilaspekt der Auslegung von Dampfturbinen wird das Thema „Werkstoffe“ in einem eigenen Themenblock behandelt. Dabei werden Werkstoffe vorgestellt, die in Stufen und Gehäusen in Dampfturbinen zum Einsatz kommen. Als weiterer wichtiger Teilaspekt der Auslegung und des Betriebs von Dampfturbinen wird das Thema „Nassdampf-Strömung“ separat behandelt. Es wird zunächst Wissen über die zugrundeliegenden Kondensationsmechanismen vermittelt. Aufbauend auf diesem Wissen werden Messverfahren zur Quantifizierung von Dampfnässe in Dampfturbinen und konstruktive Maßnahmen zum Umgang mit Dampfkondensation in Dampfturbinen vorgestellt und diskutiert. ; Ein weiterer Schwerpunkt der Veranstaltung liegt auf der Wasserchemie und deren Auswirkung auf den Betrieb von Dampfturbinen. Es werden die relevanten Korrosions- und Ablagerungsmechanismen von Wasserbegleitstoffen vorgestellt. Darauf aufbauend werden Anforderungen an die Wasserchemie abgeleitet und verschiedene Maßnahmen und Technologien zur Wasseraufbereitung und -konditionierung vorgestellt. Als weiterer Teilaspekt wird das Thema „Betrieb &; Regelung“ in einem umfassenden Themenblock behandelt. Ausgehend von der Betrachtung des Anfahrvorgangs von Dampfturbinen wird in diesem Rahmen Wissen über die verschiedenen Regelungsarten und wichtige betriebliche Aspekte vermittelt. Vor dem Hintergrund der sich wandelnden Anforderungen an thermische Kraftwerke wir dabei ein besonderer Schwerpunkt auf Flexibilisierungsmaßnahmen und die Auswirkungen einer flexiblen Betriebsweise auf die Lebensdauer von Dampfturbinen gelegt. Im abschließenden Themenblock wird der Einsatz von Dampfturbinen als Antriebsmaschinen beleuchtet. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf der Analyse der konstruktiven und betrieblichen Besonderheiten dieser Dampfturbinen.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studierenden verstehen den Einfluss von Prozessverbesserungsmaßnamen auf die thermodynamischen Leistungsparameter eines Wasser-Dampf-Kreislaufs. • Die Studierenden kennen die verschiedenen Bauarten von Dampfturbinen und wichtige konstruktive Merkmale. • Die Studierenden verstehen die Prinzipien der Energiewandlung in Dampfturbinen. • Die Studierenden kennen die wichtigsten Werkstoffe in Dampfturbinen.

	• Die Studierenden verstehen die Kondensationsmechanismen, die in Dampfturbinen auftreten können. • Die Studierenden verstehen die Bedeutung der Wasseraufbereitung in Dampfkraftprozessen und kennen entsprechende Möglichkeiten der Wasseraufbereitung und -konditionierung. Die wichtigsten Korrosions- und Ablagerungsmechanismen sind den Studierenden bekannt. • Die Studierenden verstehen den Anfahrvorgang von Dampfturbinen und die wichtigsten Regelungsarten. • Die Studierenden verstehen die betrieblichen und konstruktiven Besonderheiten des Einsatzes von Dampfturbinen als Antriebsmaschinen. Fertigkeiten und Kompetenzen: • Die Studierenden können (vereinfachte) Wasser-Dampf-Kreisläufe mit Prozessverbesserungsmaßnahmen berechnen • Die Studierenden können Dampfturbinen anhand ihrer Bauart, konstruktiven Merkmalen und Werkstoffen bewerten • Die Studierenden können Dampfturbinen hinsichtlich der Problemstellungen durch Nassdampfkondensation bewerten • Die Studierenden können Maßnahmen zur Wasseraufbereitung und -konditionierung (vereinfacht) konzipieren • Die Studierenden können die Herausforderungen der zunehmenden Flexibilisierung des Dampfturbinenbetriebs bewerten Sonstiges: • Die Studierenden sind in der Lage, Probleme eigenständig zu identifizieren und eine Problemstellung dazu zu formulieren. • Sie können ferner geeignete Lösungsmöglichkeiten entwickeln und einander gegenüberstellen. • Auf diese Weise verfügen sie über Kompetenz zur selbstständigen, ingenieurwissenschaftlichen Problemlösung.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder aus der Note der mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. habil. Manfred Christian Wirsum
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-

Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Dampfturbinen und Abwärmenutzung (401085701)	1. Semester	2. Semester	6	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Dampfturbinen und Abwärmenutzung	1. Semester	2. Semester	-	1
Labor Dampfturbinen und Abwärmenutzung	1. Semester	2. Semester	-	1
Vorlesung Dampfturbinen und Abwärmenutzung	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Strom- und Wärmeversorgungsanlagen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010856
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	In der Veranstaltung „Strom- und Wärmeversorgungsanlagen“ wird Wissen über Anlagen, die derzeit im Bereich der Strom- und Wärmeversorgung zum Einsatz kommen, sowie deren Komponenten vermittelt. Diese Veranstaltung ersetzt die Veranstaltung „Kraftwerksprozesse“. Der Einstieg in diese Veranstaltung erfolgt anhand eines Überblicks über die aktuelle Strom- und Wärmeversorgungsinfrastruktur in Deutschland. Dabei steht auch der Blick auf die derzeitige und prognostizierte Marktsituation der verschiedenen eingesetzten Technologien im Vordergrund. Für eine detaillierte Betrachtung werden zunächst die Prozesse in Strom- und Wärmeversorgungsanlagen vorgestellt und die zugrunde liegende Thermodynamik behandelt. Neben klassischen Kraftwerksanlagen liegt der Fokus außerdem auf Wärmepumpenprozessen, anderen Power-to-Heat-Anlagen sowie dem Einsatz von Kraft-Wärme-Kopplung. Ergänzend werden Möglichkeiten zur thermischen Energiespeicherung erörtert. Im Kernteil der Veranstaltung werden die einzelnen Komponenten, aus denen sich die übergeordneten Anlagen zusammensetzen, und deren Funktionsweise behandelt. Die Unterteilung erfolgt anhand der Energieumwandlung und umfasst folgende Inhalte: Feuerungen, Dampferzeuger, Wärmeübertrager, Turbinen & Expander, Kühlungen & Kondensatoren, Pumpen & Kompressoren, Ventile & Armaturen, Generatoren sowie Hilfssysteme. Basierend auf dem erlangten Wissen zur Funktionsweise der Komponenten wird auf den Betrieb und die Regelung der eingangs behandelten Anlagen zur Strom- und Wärmeversorgung eingegangen. Ein besonderer Schwerpunkt liegt dabei auf dem Aspekt der Emission von Schadstoffen und Maßnahmen zur Emissionsreduktion. Um das praktische Verständnis der Betriebs- und Regelungsvorgänge zu stärken, werden die Vorlesungsinhalte mithilfe von Laborübungen am Kraftwerkssimulator vertieft. Den Abschluss der Veranstaltung bilden industrielle und kommunale Anwendungsbeispiele. Anhand von realisierten Anlagenkonzepten werden die verschiedenen Prozesse einander gegenübergestellt und ihre Vor- und Nachteile deutlich. Dadurch werden die potenziellen Einsatzbereiche der verschiedenen technischen Konzepte zur Strom- und Wärmeversorgung klar erkennbar.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studierenden kennen grundlegende Prozesse, die in der Strom- und Wärmeversorgung zum Einsatz kommen. • Die Studierenden haben ein detailliertes Verständnis des Aufbaus und der Funktionsweise von den Komponenten, die in solchen Anlagen zum Einsatz kommen • Sie verstehen den Aufbau, den Betrieb und die Regelung von Strom- und Wärmeversorgungsanlagen. • Den Studierenden sind die Schadstoffe bekannt, die beim Betrieb solcher Anlagen emittiert werden, und können Maßnahmen zur Emissionsminderung benennen. Fertigkeiten und Kompetenzen: • Die Studierenden können Prozesse zur Strom- und Wärmeversorgung thermodynamisch berechnen und in ihren Grundzügen auslegen. • Sie können die Betriebsweise der Anlagen in Abhängigkeit von den eingesetzten Komponenten beschreiben. • Die Studierenden können Ansätze zur Regelung der Prozesse je nach Strom- und Wärmebedarf aufzeigen.

	• Sie können die vorgestellten Prozesse bezüglich potenzieller Einsatzszenarien einordnen und bewerten. Sonstiges: • Die Studierenden sind in der Lage, Probleme eigenständig zu identifizieren und eine Problemstellung dazu zu formulieren. • Sie können ferner geeignete Lösungsmöglichkeiten entwickeln und einander gegenüberstellen. • Auf diese Weise verfügen sie über Kompetenz zur selbstständigen, ingenieurwissenschaftlichen Problemlösung.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Die Veranstaltung richtet sich vornehmlich an Studierende des Bachelorstudiengangs Maschinenbau mit der Vertiefungsrichtung Energietechnik. Interessierte Hörer anderer Studienrichtungen sind natürlich ebenfalls willkommen. Vorkenntnisse der Thermodynamik und des Rechnungswesens sind hilfreich aber nicht erforderlich.
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. habil. Manfred Christian Wirsum
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strom- und Wärmeversorgungsanlagen (401085601)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Strom- und Wärmeversorgungsanlagen	1. Semester	2. Semester	-	2

Übung Strom- und Wärmeversorgungsanlagen	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Raumfahrtantriebe II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011712
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Treibstoffaufbereitung und Verbrennungsprozess bei Flüssigkeitstriebwerken 2. Auslegung von Treibstoffpumpen und Turbinen 3. Schubvektorsteuerung 4. Verbrennungsinstabilitäten 5. Auslegung und Betrieb von Testanlagen 6. Antriebe für Satelliten und Orbitalsysteme 7. Luftatmende Antriebe und Kombinationstriebwerke für wieder verwendbare Raumtransportsysteme
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden können die Treibstoffaufbereitung und den Verbrennungsprozess bei Flüssigtriebwerken beschreiben. • Sie wissen, wie Treibstoffpumpen und Turbinen auszulegen sind. • Sie verstehen das Prinzip der Schubvektorsteuerung. • Sie können mögliche Verbrennungsinstabilitäten beschreiben. • Sie wissen, wie Testanlagen auszulegen und zu betreiben sind. • Sie kennen die speziellen Antriebe für Satelliten und Orbitalsysteme sowie für wieder verwendbare Raumtransportsysteme Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Thermodynamik • Strömungsmechanik • Raumfahrtantriebe I
Literatur	Koschel, W.: Raumfahrttantriebe II, Vorlesungsmanuskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	schriftlich oder mündlich
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Raumfahrtantriebe II (401171201)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Raumfahrtantriebe II	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Raumfahrtantriebe II	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Raumfahrtantriebe I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011703
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Funktionsweise und Aufbau eines Raketentriebwerks 2. Einführung der charakteristischen Kenngrößen 3. Übersicht der Bauarten von Raketentriebwerken (chemisch, nuklear, elektrisch) 4. Gasdynamische Grundlagen der Düsenströmung 5. Düsenauslegung 6. Flüssigkeitstriebwerke: Verbrennungsgüte, Treibstoffe, Basiszyklen, Brennkammer (Geometrie, Injektorelemente, Treibstoffaufbereitung, Kühlkonzepte, Pumpensysteme) 7. Feststofftriebwerke: Komponenten, Treibstoffarten, innere Ballistik, Gestaltung der Abbrandfläche bezüglich des Schubes, Treibstoffherstellungsprozess
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen die Funktionsweise und den Aufbau eines Raketentriebwerks und seine charakteristischen Kenngrößen. • Sie können verschiedene Bauarten von Raketentriebwerken erläutern. • Sie beherrschen die gasdynamischen Grundlagen der Düsenströmung und können auf dieser Basis Düsen für Raketentriebwerke auslegen. • Sie kennen die Elemente von Flüssigkeits- und Feststofftriebwerken und können zugehörige Prozesse beschreiben. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Thermodynamik • Strömungsmechanik • Grundlagen der Turbomaschinen
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	schriftlich oder mündlich
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Raumfahrtantriebe I (401170301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Raumfahrtantriebe I	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Raumfahrtantriebe I	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Digitales Produktmanagement (Wahlpflichtfach)
Kennung	4023500
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Digitalisierung und Vernetzung der Produktion erhöht die Verfügbarkeit von Daten über den gesamten Produktlebenszyklus und zeigt neue Potentiale in der Wertschöpfung traditioneller Branchen. Mit den hierfür benötigten neuen Kompetenzen und Fertigkeiten geht jedoch auch ein kultureller und struktureller Wandel in der Organisation und Art der Zusammenarbeit einher. Das Seminar behandelt daher das Spannungsfeld aus traditionellem Maschinen- und Anlagenbau mit agiler Produktentwicklung und neuen Geschäftsmodellen wie Software as a Service. Es adressiert weiterhin die sich stark verändernde Rolle von Domänenexperten und -mitarbeitern in Bezug auf die von Ihnen eingesetzten Systeme, Prozesse und Produkte. Mit der Schwerpunktverlagerung der Datenanalyse von reaktiv und korrigierend zu proaktiv und prädizierend bleiben die Grundsätze des Betriebs von Maschinen und Anlagen bestehen, im Produktionsumfeld handelnde Akteure benötigen allerdings Werkzeuge, z.B. aus der Domäne des Machine Learnings, um mit einer veränderten Komplexität umgehen zu können. Um in einer humanzentrierten Produktion zukünftig informierte Entscheidungen zu treffen, bedarf es nutzerzentriert entwickelter digitaler Systeme (Smart Quality Expert-Systeme). Es werden daher zunächst die Grundbegriffe der Industrie 4.0, Machine Learning, Künstlicher Intelligenz und viele weitere abgegrenzt. In einem zweiten Schritt erfolgt eine Aufarbeitung der Unterschiede klassischer Wasserfall-basierter Entwicklungsmethoden zu den Ansätzen agiler, nutzerzentierter Entwicklung. Nach der Nutzersicht gilt es, die technischen Lösungsaspekte zu verstehen und zu bewerten. Neben Webtechnologien sind dies insbesondere Werkzeuge aus den Bereichen Data Science, Data Engineering und serverloser Architektur (Cloud). Weiterhin werden die verschiedenen Quellen und Systeme für Daten und Informationen in produzierenden Unternehmen adressiert. Dies umfasst neben ihrer strukturellen Ordnung (Automatisierungspyramide) auch die hier derzeit erfolgenden technischen und organisatorischen Veränderungen. Anhand von durchgängigen Beispielen werden die Inhalte in Kleingruppen entlang mehrerer Themenblöcke vollzogen und ausgearbeitet, um anhand der studentischen „Do it yourself“-Arbeit einen nachhaltigen Lernerfolg sicherzustellen. Use Cases aus der Industrie unterstreichen an geeigneten Stellen die theoretischen Inhalte.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen i. Was ist ein Smart Quality Expert System? - Entscheidungsunterstützung vs Autonome Entscheidung - Digitaler Zwilling und Prescriptive Analytics Methoden - Entscheidungskette: Informationsbereitstellung, Entscheidungsunterstützung, Autonome Entscheidung - Kontextspezifische Entscheidung vs. Nutzerspezifische Entscheidung ii. Welche Technologien und Techniken setze ich ein? - Grundzüge der Problemanalyse (Design Thinking) vs.Agile Produktentwicklung - UI/UX und Web-Entwicklung (Front-End und Back-End Technologien) - Plattformen und skalierbare, serverlose Infrastruktur - Datenverarbeitung und Analyse (Data Analytics) - Smart Wearables und Endgeräte iii. Welche Daten sind erforderlich und wo kommen sie her? - Daten, Informationen und Wissen - Automationspyramide vs. Steuerungen und Maschinendaten - Speicherung, Aufbereitung und Vorverarbeitung von Daten b. Verstehen i. Wo und wofür setze ich Smart Quality Expert-Systeme ein? ii. Wie nutze ich die Daten für die Zwecke des SQE-Systems? c. Anwendung i. Wie entwickle und nutze ich ein SQE System?

	ii. Welche Architektur wird benötigt? Fach- und Methodenkompetenz Die Studierenden entwickeln ein im betrieblichen Ablauf operationalisierbares Verständnis für die kunden- und problemzentrierte Entwicklung von Anwendungen nach Design Thinking. Ferner lernen sie den Einsatz und die Unterschiedene verschiedener digitaler Technologien (Web, Data Science, Data Engineering, Datenbanken, Cloud) für den Einsatz in produzierenden Unternehmen kennen und sind anschließend in der Lage, die verschiedenen Automationslevel und Datenquellen in Unternehmen zu unterscheiden, bewerten und für die Entwicklung von Smart Quality Expert-Systemen einzubinden. Anwendungskompetenz Die Studierenden sind in der Lage, Expertensysteme (Smart Quality Expert-Systeme, SQE) in der industriellen Praxis zu verstehen und für erfolgsversprechende Use Cases zu entwickeln. Im Kontext der Veränderungen von Industrie 4.0 haben sie die hierfür notwendigen technischen wie sozialen und prozessualen Fähigkeiten verinnerlicht, die sich aus dem besonderen Spannungsfeld der Anwendungsdomäne (produzierende Unternehmen) mit digitalen Technologien (Data Analytics, Web-Entwicklung, Cloud) und Vorgehensweisen (Design Thinking, SCRUM, agile Entwicklung) ergeben und die sie z.B. in einer Tätigkeit als Projektmanager benötigen. Handlungskompetenz Studierende, die das Seminar erfolgreich absolviert haben, können sich im Kontext einer späteren Tätigkeit als Qualitäts- und Produktionsmanager im Kontext der Entwicklung von Smart Quality Expert-Systemen z.B. als Projektmanager einbringen. Sie sind in der Lage, mit Experten verschiedener Fachdomänen gemeinsam Smart Quality Expert-Systeme zu entwickeln, die typischen Fallstricke im agilen Wandel (traditioneller) Unternehmen zu umgehen und positiv auf die notwendigen Veränderungen in ihren zukünftigen Organisationen einzuwirken.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Informatik im Maschinenbau oder vergleichbare Qualitätsmanagement bzw. Industrial Intelligence Interlaced Quality Management
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 80% aus der schriftlichen Hausarbeit und zu 20% aus der Präsentation.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Robert H. Schmitt
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Digitales Produktmanagement (402350001)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	2	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Digitales Produktmanagement	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Vehicle Acoustics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011421
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Basics of Acoustics • Audiology, Measuring (airborne) sound • Measuring (structure-borne) sound and vibrations • Legislation, Accelerated pass-by noise measurement procedure (ISO 362) • Engine noise • Noise and vibrations of drivetrain components • Vibrations of vehicle drivetrains • Road/tyre noise (part 1) • Road/tyre noise (part 2) • Noise and vibrations of brake systems • Power steering noise • Vehicle body noise and vibration (part 1) • Vehicle body noise and vibration (part 2) • Psychoacoustics, Sound engineering
Lernziele/Lernergebnisse	Participants gain in-depth knowledge of all relevant parts within the field of vehicle acoustics, both in theory and practise. The course is accompanied by exercises comprising comprehensive examples
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	One written exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Vehicle Acoustics (401142101)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Vehicle Acoustics	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Exercise Vehicle Acoustics	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012524
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	In der Veranstaltung „Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau“ wird die Ähnlichkeitstheorie mit ihrer systematischen Methodik an einer Vielzahl praktischer Beispiele vorgestellt. Diese Veranstaltung entspricht der Veranstaltung „Ähnlichkeitsprobleme des Maschinenbaus".Die Ähnlichkeitstheorie findet in allen Bereichen des Maschinenbaus Anwendung und wird insbesondere bei der Auslegung von Prüfständen und der Durchführung von Versuchsreihen genutzt. Zu Beginn der Veranstaltung wird das Ähnlichkeitsprinzip vorgestellt und auf die Möglichkeiten und Ziele eingegangen. Diese sind insbesondere die effiziente Durchführung experimenteller Arbeiten. Daraufhin wird die Methodik der Ähnlichkeitstheorie eingeführt, mit der aus einem Satz von Einflussgrößen ein in der Regel kleinerer Satz an dimensionslosen Kenngrößen resultiert, der die vorliegende Anwendung vollständig beschreibt. Der auf Grundlagen eingehende Teil der Veranstaltung schließt mit der Vorstellung der Grunddimensionen und der Möglichkeit, Grunddimensionen zu eliminieren, um im folgenden Vorlesungsteil fundiert die Dimensionsanalyse durchführen zu können. Im anwendungsorientierten Teil der Veranstaltung werden verschiedene Systeme im Hinblick auf die physikalischen Zusammenhänge analysiert, um charakteristische Einflussgrößen zu identifizieren. Mithilfe der Dimensionsanalyse werden daraus dimensionslose Kennzahlen abgeleitet, deren einzelne Bedeutung eingehend behandelt wird. Die Vorlesung geht dabei insbesondere auf Strömungsprobleme mit steigender Komplexität, Wärmeübertragung, Schwingungen und die Baureihenentwicklung ein. Die betrachteten strömungstechnischen Anwendungen reichen hierbei von isovolumetrischen Strömungen um Schiffe oder Kraftfahrzeuge über kompressible Strömungen um Flugzeuge bis hin zur kompressiblen instationären Strömung in Turbomaschinen. In der ähnlichkeitstheoretischen Betrachtung der Wärmeübertragung wird der Wärmetransport in Fluiden und Festkörpern einzeln und gekoppelt betrachtet, wobei auch auf die effiziente numerische CHT-Simulation (gekoppelte Strömungs- und Festkörperberechnung) eingegangen wird, dessen Rechenaufwand mithilfe der Ähnlichkeitstheorie verringert werden kann. Bestandteil der Veranstaltungskapitel ist auch immer das Modellversuchswesen. Basierend auf den ermittelten dimensionslosen Kenngrößen lassen sich für das Modellversuchswesen allgemeine Gesetzmäßigkeiten ableiten, die eine Skalierung von experimentellen Untersuchungen möglich machen. Resultat ist hierbei zum Beispiel der einzustellende Druck bei einem Windkanalversuch mit stark skaliertem Modell.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studierenden kennen das Ähnlichkeitsprinzip und sind in der Lage, es für eine Vielzahl von Fragestellungen im Maschinenbau anzuwenden. • Insbesondere in den Feldern Strömung, Mechanik und Wärmeübertragung können die Studierenden Fragestellungen ohne die Notwendigkeit der Aufstellung der beschreibenden Gleichungen analysieren. • Sie verstehen die physikalischen Grundlagen der jeweiligen Fragestellungen und können mittels einer Ähnlichkeitsbetrachtung, in der sie Kenngrößen ableiten, diese vereinfachen. Fertigkeiten und Kompetenzen:

	• Die Studierenden sind in der Lage, Grunddimensionen und Bezugsgrößen einer Anwendung zu identifizieren. • Die Studierenden können die optimale Lösung auswählen (mit den wenigsten dimensionslosen Parametern). Sie können dimensionslose Parameter in physikalisch sinnvolle und allgemein angewandte Parameter umwandeln. • Die Studierenden können die Resultate der Ähnlichkeitsbetrachtung in für die Hauptfragestellung relevante Größen umwandeln. Sonstiges: • Die Übungsaufgaben werden individuell gelöst, damit die Studierenden die Fähigkeit entwickeln, selbständig Lösungsansätze zu erarbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Strömungslehre • Wärme- und Stoffübertragung • Grundlagen der Turbomaschin
Literatur	Vorlesungsskript Empfohlene weiterführende Literatur: Kattanek / Gröger / Bode: „Ähnlichkeitstheorie“, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1967 J. Pawlowski: „Die Ähnlichkeitstheorie in der physikalischen technischen Forschung – Grundlagen und Anwendung“, 1970, ISBN 3-540-05007-5 Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York B. Kögl, F. Moser: „Grundlagen der Verfahrenstechnik“, Springer Verlag Wien GmbH, 1981, ISBN 978-3-7091-2271-6
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	-
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau (401252401)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Energy Conversion Technology (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011052
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	The starting point of this lecture is the teaching of definitions and fundamentals that are required for the analysis of energy conversion processes in general. Solid, fluid and gaseous energy carriers are examined in detail. This includes the analysis of the availability and the physical and chemical properties of the most important fossil energy carriers (e.g. coal, natural gas, oil) and of biomass derived fuels. The lecture focusses on thermal energy conversion processes. Based on the analysis of simplified thermodynamic cycles, the design of selected processes (e.g. gas turbines, steam turbines) is investigated in more detail. A section of the lecture is dedicated to examine the conversion of fossil energy carriers into heat. Based on a teaching of the fundamentals of combustion, selected combustion and heat exchanger technologies prevailing in typical energy conversion systems are discussed in more detail. Subsequently the lecture deals with the conversion of mechanical energy into heat. A special focus is given to industrial scale heat pump processes. Based on the understanding of the properties of fossil energy carriers, the next section provides an overview of the most common methods for the refinement of fossil energy carriers aiming at the production of syngas and of secondary fuels. The principles of thermal energy conversion in rotating machines are outlined. Based on an explanation of the basic functionality of turbomachines, the most important design and operational characteristics of these machines are discussed. The last section of the lecture focusses on the topic of energy conversion technologies utilizing hydraulic energy. In this section, a special emphasis is placed on water energy conversion technologies.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • The students understand the thermodynamic fundamentals of the most important energy conversion technologies. • Students understand the potential and the limits of energy conversion processes from a thermodynamic point of view. • The students understand the main functional principles and the design characteristics of the most important energy conversion technologies. • The students know the most important properties of fossil energy carriers. Fertigkeiten und Kompetenzen: • The students are able to select suiting energy conversion technologies for various application areas. • The students are able to assess the design of energy conversion systems. • The students are able to perform (simplified) calculations of energy conversion systems.

	Sonstiges: • The students are able to identify problems and to present the core of the problem in detail. • The students are able to delevop approaches to solve the problem and to select a suitable method of resolution. • Therefore, the students develop problem-solving competencies for engineering tasks.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder der mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Manfred Christian Wirsum
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Energy Conversion Technology (401105201)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Energy Conversion Technology	2. Semester	1. Semester	-	2
Exercise Energy Conversion Technology	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Fluidtechnik - Systeme und Komponenten (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013317
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1. Grundlagen hydraulischer Systeme 2. Verlustbehaftete Strömungen und Rohrleitungssysteme 3. Hydraulische Systeme und Netzwerke 4. Ventile I - Bauarten und Funktionen 5. Ventile II - Betätigung und Störgrößen 6. Druckflüssigkeiten, Filter und Behälter 7. Pumpen und Motoren I - Bauarten und Wirkungsgrad 8. Pumpen und Motoren II - Pulsation und Regelung 9. Dichtungstechnik, Hydraulikspeicher und Kühler 10. Klassische hydraulische Systeme 11. Nachhaltige fluidtechnische Systeme 12. Digitalisierte fluidtechnische Systeme 13. Grundlagen und Anwendungen der Pneumatik
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: In der Lehrveranstaltung erlernen die Studierenden die Grundlagen der hydraulischen und pneumatischen Antriebstechnik und ihrer Systeme. Neben einem vertieften Systemverständnis, liegt der Schwerpunkt auf der Vermittlung der hydraulischen Komponenten. Die digitale Abbildung dieser Komponenten und die Zusammenführung zu einem digitalen Modell des Systems ist ein weiterer Schwerpunkt der Lernveranstaltung mit dem Ziel des Aufbaus von digitalen Zwillingen und vorausschauender Wartung im hydraulischen System. Die Veranstaltung betrachtet die wesentlichen Inhalte: - Auslegung, Konstruktion und Berechnung hydraulischer Systeme - Digitale Abbildung der hydraulischen Komponenten und Systeme und Kopplung mit dem realen Modell über Sensorik - Grundlegender Aufbau, Vor- und Nachteile pneumatischer Systeme Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, fluidtechnische Schaltpläne lesen und erstellen zu können und die komplexen Systeme zu verstehen. Die Studierenden erlernen die Vor- und Nachteile der fluidtechnischen Antriebstechnologien auch im Vergleich zu den elektrischen, elektromechanischen und mechanischen Antriebslösungen und können die zielführendste je nach Aufgabenstellung auswählen. Sie erlernen für einfach Anwendungsfälle das hydraulische System auslegen und berechnen zu können, sowie seine Regelung zu beherrschen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Strömungsmechanik I

Literatur	K. Schmitz, Fluidtechnik – Systeme und Komponenten, Shaker Verlag Empfohlene weiterführende Literatur: Findeisen, Ölhydraulik, Springer
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Schmitz, Katharina
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fluidtechnik - Systeme und Komponenten (401331701)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fluidtechnik - Systeme und Komponenten	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Fluidtechnik - Systeme und Komponenten	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Powertrain Calibration: Propulsion Systems (Wahlpflichtfach)
Kennung	4023499
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The course provides students with a profound knowledge about the calibration of mobile propulsion systems. The development process of the system's control units is focused and the basic structure of these is explained. The different steps in the calibration process will be addressed by means of the different topics such as "Base Calibration", "Drivability", "Emission Calibration" or "On-Board Diagnostics (OBD)". Typical tasks within these areas will be identified and deepened with explicit practical examples. The challenges and special features of individual drive concepts are differentiated, so that students gain fundamental insights into conventional combustion engines as well as - under the aspect of electrification - into innovative hybrid and alternative powertrains. In parallel, the methods and tools for calibration tasks are explained. In addition to conventional test bench setups, Engine- (Eil), Hardware- (Hil) or Model-in-the-loop (Mil) approaches, which support the process of virtual calibration in a partially simulative environment and promote the development shift from the road to the test bench and the desktop ("road-to-rig-to-desktop"), are addressed. Furthermore, basics on related topics such as Design of Experiments (DoE), Artificial lntelligence (Al) and Machine learning are presented.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • The students know the essential thermodynamic and mechanical processes in mobile propulsion systems • The students know the requirements and challenges for the calibration of modern propulsion systems • The students are familiar with the different topics in the calibration process and know which contents and scopes are addressed • The students know the general structure of the propulsion system's control unit and the principles for the realization and validation of functionalities • The students know the actuators and sensors that are used for engine control and know the working principles • The students know the interactions and challenges in the calibration of the propulsion system's control parameters and their effect on the processes in these • The students know tools and methods of vehicle calibration and lheir functionalities • The students are able to define and select suitable tools and process steps for different calibration tasks Fertigkeiten und Kompetenzen: • The students are able to identify specific calibration tasks based on the relationships of characteristics and components in mobile propulsion system applications • The students are able to analyse problems independently and to define suitable process steps for their solution
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen der Verbrennungsmotoren und mobiler Antriebe, Elektronik und Elektrotechnik, Physik, Chemie, Mechanik und Thermodynamik, Grundlegende Kenntnisse der Regelungstechnik

Literatur	Bosch: Diesel-Engine Management, Wiley Bosch: Gasoline-Engine Management, Wiley
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Pischinger
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Powertrain Calibration: Propulsion Systems (402349901)	1. Semester	2. Semester	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Powertrain Calibration: Propulsion Systems	1. Semester	2. Semester	-	2
Exercise Powertrain Calibration: Propulsion Systems	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017421
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1) Einführung: Motivation, Marktrelevanz, Übersicht relevanter Verfahren 2) Selective Laser Melting: Verfahrensprinzip, Entwicklung von Prozessstrategien, Qualitäts- und Kostenoptimierung, High Power SLM 3) Laser Metal Deposition: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele 4) Selective Laser Sintering & Stereolithographie: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele 5) Dünnschicht-Verfahren: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele 6) Werkstoffe & Prozesskontrolle: Materialklassen, Eigenschaften & Einsatzgebiete, Materialherstellung und Qualitätssicherung, Qualitätsaspekte in der Additiven Fertigung, Systemtechnik und Prozesssensorik, Steuerung & Regelung von Laserfertigungsprozessen 7) Design for Additive Manufacturing I: Agiles Projektmanagement in der Additiven Fertigung, Erweiterung der CAE Prozesskette, Software AM, AM gerechte Produktentwicklung 8) Design for Additive Manufacturing II: Simulationsgetriebene Designprozesse (Topologieoptimierung, Integration von Gitterstrukturen, Funktionsintegration) 9) Arbeitsvorbereitung I: Jobvorbereitung (Datenkontrolle und Aufbereitung, CAM (SLM vs. LMD), Teileplatzierung & Materialhandling, Arbeitssicherheit und Umwelt. 10) Arbeitsvorbereitung II: Simulation (Schmelzdynamik, Wärmetransport, Gefüge, Spannungen, Gasströmung und Düsenauslegung) 11) Folgeprozesse: Wärmenachbehandlung, Oberflächenfinishing, Hybridanwendungen, Automatisierungskonzepte. 12) Anwendungsfelder und Märkte: Heutige Anwendungsfelder & Erwartete Entwicklungen, Wirtschaftlichkeit, Ggfs. Rechtsfragen 13) Zusammenfassung und Future Trends: Schlüsseleigenschaften der AM- Technologie, Übersicht der physikalischen und digitalen Prozesskette, Ausblick
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: - Die Studierenden kennen die wesentlichen AM-Verfahren sowie deren grundlegenden Eigenschaften und Anwendungen. - Die Studierenden sind in der Lage die AM-Technologien gegenüber konventionellen Fertigungsverfahren abzugrenzen. - Die Studierenden haben Kenntnis über AM-spezifische Konstruktionsregeln sowie simulationsgetriebene Designprozesse. Zudem sind Ihnen die wesentlichen vor- und nachgelagerten Prozessschritte sowie die Wechselwirkungen entlang der digitalen und physischen Prozesskette bekannt.

	- Die Studierenden kennen die wesenllichen Einflussfaktoren auf die wirtschaftliche Anwendbarkeit der AM-Technologie. - Die Studierenden haben Kenntnis über angrenzende Themengebiete, welche mit den heutigen Anwendungsfeldern und den erwarteten Entwicklungen einhergehen. Fertigkeiten und Kompetenzen: - Die Studierenden sind in der Lage Lösungen zu vorgegebenen Fragestellungen selbstständig zu erarbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: - Kenntnisse der Fertigungstechnik - Kenntnisse der Wärme- und Stoffübertragung - Kenntnisse der Lasertechnik
Literatur	Vorlesungsskript, Übungsaufgaben
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Johannes Schleifenbaum
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse (401742101)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Ausgewählte Kapitel der Energieanlagen und Flugantriebe (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012539
Version	V2_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Turbomaschinen spielen in weiten Teilen unseres Lebens eine bedeutende Rolle. Sie sind Antriebe nahezu aller modernen Flugzeuge, werden im Bereich der Stromerzeugung eingesetzt oder sind wichtiger Bestandteil in Anlagen der Prozessindustrie. Dabei werden immer höhere Anforderungen in Bezug auf Effizienz, Emissionen und Leistungsfähigkeit gestellt. Um diesen Herausforderungen begegnen zu können ist ein tiefes Verständnis der Thermodynamik, Aerodynamik und Strukturmechanik von Turbomaschinen erforderlich. Die Turbomaschinenindustrie und daran angeschlossene Industriezweige sind sehr vielseitig und bieten zahlreiche interessante komplexe Themenbereiche. In der Vorlesung „Ausgewählte Kapitel der Energieanlagen und Flugantriebe“ werden aktuelle Herausforderungen in der Turbomaschinen- und Energietechnik von Vertretern aus Forschung, Industrie und Politik vorgestellt und erläutert. Der Vorlesungsinhalt wechselt jedes Semester, sodass stets eine hohe Aktualität der vorgetragenen Themen sichergestellt werden kann. Beispiele für vergangene und wiederkehrende Vorlesungsinhalte sind alternative Antriebskonzepte (z.B. Hybrid-elektrisch), Wartung und Instandsetzung von Turbomaschinen sowie deren zukünftige Anwendungsbereiche. Die detaillierten Inhalte der jeweiligen Semester werden vom Institut für Strahlantriebe und Turbomaschinen (IST) oder vom Institut für Kraftwerkstechnik, Dampf- und Gastrubinen (IKDG) bekannt gegeben. Die beiden Institute sind alternierend für den Inhalt der Vorlesung verantwortlich.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden erhalten Einblick in aktuelle Problemkreise im Bereich der Kraftwerksund Turbomaschinentechnik und kennen die Schwerpunkte laufender Forschungsthemen. • Durch Vorträge aus der Industrie und Forschung sind die Studierenden in der Lage, aktuelle Fragestellungen und Diskussionen der Öffentlichkeit im Bereich der Energietechnik zu analysieren und bewerten zu können. • Durch die große fachliche Breite und die inhaltliche Kompetenz der verschiedenen Vorträge sind die Studierenden fähig, sich einen umfassenden Einblick über das jeweils behandelte Themengebiet zu verschaffen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden sind fähig, Problemstellungen eigenständig zu erkennen, zu formulieren und geeignete Lösungsansätze zu erarbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vortragsunterlagen
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Hausarbeit und/oder ein Kolloquium
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke Universitätsprofessor Dr.-Ing. habil. Manfred Christian Wirsum
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Ausgewählte Kapitel der Energieanlagen und Flugantriebe (401253901)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Ausgewählte Kapitel der Energieanlagen und Flugantriebe	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Ausgewählte Kapitel der Energieanlagen und Flugantriebe	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Aerothermal Design of Space Transportation Systems (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014418
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Raumfahrtmissionen und Raumfahrzeuge • Atmosphärische Eigenschaften der Planeten • Strömungregime in Anhängigkeit der Machzahl • Strömungsregime in Abhängigkeit der Reynoldzahl • Strömungsregime in Abhängigkeit der Knudsenzahl • Vorentwurfsmethoden für Raumfahrzeuge • Viskose Effekte auf das Raumfahrzeugdesign • Einfluss des Grenzschichtumschlags auf das Raumfahrzeugdesign • Methoden zur Reduzierung von Transitionseinflüssen • Einfluss der starken Strömungsinteraktionen auf das Raumfahrzeugdesign • Hochenthalpieeffekte während des Hyperschallfluges • Wärmeübertragung in Hochenthalpieströmungen • Oberflächenkatalyzität • HitzeschutzsystemeCMC-Strukturen • Ablationsmaterialien • Strömungs-Struktur-Wechselwirkung während des Hyperschallfluges • Spektroskopische Methoden für die Strömungscharakterisierung • Methoden zur Materialcharakterisierung • Aerodynamische Stabilität von Raumfahrzeugen • Methoden zur Bestimmung der statischen und dynamischen Beiwerten • Health-Monitoring bei Raumfahrzeugen • ThermalmanagementPlasma-Strömungskontrolle • Qualifizierungsanlagen für Raumfahrzeugkomponenten • Numerische Simulationswerkzeuge • Design von Hyperschallflugexperimenten • Kritische Aspekte des Hyperschallfluges • Postfluganalyse
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studenten erwerben Wissen auf dem Gebiet der Raumtransporttechnologien Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Strömungsmechanik I, II • Thermodynamik • Gasdynamik
Literatur	Vorlesungsunterlagen • Hypersonic and High Temperature Gas Dynamics, J.D. Anderson

	• Selected Aerothermodynamics Design Problems of Hypersonic Flight Vehicles, E.H. Hirschel, C. Weiland
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Wolfgang Schröder
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Oral Exam Aerothermal Design of Space Transportation Systems (401441801)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture/Exercise Aerothermal Design of Space Transportation Systems	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Automated and Connected Driving Challenges - Course (Wahlpflichtfach)
Kennung	4025905
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Dieses Modul führt Studierende an aktuelle wissenschaftlichen Herausforderungen im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens heran. Zu diesen Herausforderungen kann im Modul "Automated and Connected Driving Challenges - Research Project" anschließend eine eigenständige Forschungsarbeit erstellt werden. Dies ist allerdings nicht verpflichtend. Im vorliegenden Modul werden theoretische und praktische Grundlagen geschaffen, die Studierende befähigen, eigene Forschung im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens durchzuführen. Die vorgestellten wissenschaftlichen Herausforderungen werden größtenteils auch in aktuellen nationalen und internationalen Projekten behandelt. Studierende erhalten damit die Chance, aktuelle Forschungsinhalte kennenzulernen, zu diesen beizutragen und ein wissenschaftliches Paper zu veröffentlichen. Studierende erwerben in diesem Modul Fertigkeiten in folgenden Bereichen: • Funktionsentwicklung für automatisierte und vernetzte Fahrzeuge, • Programmieren in Python und C++, • Entwicklung von Softwaremodulen für das Robot Operating System, • Künstliche Intelligenz, Deep Learning, Neuronale Netzwerke, • Sensordatenverarbeitung (Kamera, Lidar, ...), • Umfeldmodellierung (Datenfilter, Datenfusion, Objekttracking), • Verhaltensplanung (Routenplanung, Manöverplanung, Trajektorienplanung), • kooperatives und vernetztes Fahren.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Studierende können • aktuelle wissenschaftliche Herausforderungen im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens benennen und erklären. • die wichtigsten Funktionen automatisierter und vernetzter Fahrzeuge benennen und erklären. • erklären, wie verschiedene Softwaremodule in automatisierten und vernetzten Fahrzeugen interagieren. • die Rolle von KI Technologie in automatisierten und vernetzten Fahrzeugen erklären. • grundlegende Funktionsweisen des Robot Operating System benennen und erklären. Fertigkeiten und Kompetenzen: Studierende • sind dazu in der Lage, zu aktuellen wissenschaftlichen Herausforderungen im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens beizutragen. • können Funktionen für das automatisierte und vernetzte Fahren in C++ und Python programmieren. • können ihre entwickelten Funktionen in das Robot Operating System integrieren. • können neuronale Netzwerke trainieren, z.B. mit Tensorflow. • sind dazu in der Lage, die von ihnen entwickelten Funktionen zu evaluieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlegende Programmiererfahrung (Python, C++) • Grundlegende Erfahrung mit Linux,

	Das Modul "Automotive Engineering IV - Automated Driving" kann hilfreich beim Verständnis der Inhalte dieses Moduls sein.
Literatur	Deep Learning - I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow - A. Géron
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The course grade results 100% from the exam grade.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Automated and Connected Driving Challenges - Course (402590501)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Automated and Connected Driving Challenges - Course	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Informatik im Maschinenbau (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010974
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Die Lehrveranstaltung Informatik im Maschinenbau vermittelt wesentliche Grundlagen der Informatik mit besonderem Augenmerk auf Fähigkeiten, die für die Lösung von Problemen in den Ingenieurswissenschaften relevant sind. Thematischer Schwerpunkt der Veranstaltung liegt auf dem Erlernen der Grundlagen des Programmierens und der modernen Programmiersprache Python. Ferner werden Einblicke in wesentliche Bereiche der Informatik wie Software Engineering, Algorithmen und Datenstrukturen, und Künstliche Intelligenz (KI) gegeben. Die Vorlesung wird begleitet durch Übungen, sowie Programmierprojekte. Die Themen der Lehrveranstaltung umfassen insbesondere: - Grundlagen der Programmierung (Python) - Objektorientierte Programmierung (Python) - Rechnerarchitektur - Techniken des Software Engineering - Algorithmen und Datenstrukturen - Einführung in Data Science und Künstliche Intelligenz
Lernziele/Lernergebnisse	Nach Besuch dieser Lehrveranstaltung kennen die Studierende die Konzepte der prozeduralen und objektorientierten Programmierung sowie des Software Engineering. Sie können eigenständig und im Team aus einer komplexen Problemstellung eine prozedurale oder objektorientierte Programmstruktur erstellen. Des Weiteren kennen die Studierenden wichtige Algorithmen und Datenstrukturen. Die Studierenden verstehen die grundlegenden Konzepte hinter den Begrif-fen Data Science und Künstlicher Intelligenz. Das erlangte theoretische Wissen können die Studierenden in der Programmiersprache Python praktisch umsetzen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundlagen der Mathematik, z.B. Mathematik 1
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Sebastian Trimpe

ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Informatik im Maschinenbau (401097401)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Informatik im Maschinenbau	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Vorlesung Informatik im Maschinenbau	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Gasdynamik realer Gase II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4026525
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Eingefrorene Strömung, Thermische Zustandsgleichung, Spezialfälle 2. Vibrations- und chemische Reaktionsgeschwindigkeiten, Nichtgleichgewichtseffekte Vibrationsgeschwindigkeitsgleichung 3. Entropieproduktion durch Vibrations-Nichtgleichgewicht, Berechnungsmodel 4. Chemische Reaktionsgeschwindigkeitsgleichungen, Allgemeine Betrachtung Dissoziationsreaktion, Annahmen, Arrhenius-Gleichung 5. Bei Stößen involvierte Energie, Aktivierungsenergie, Stoßfrequenz 6. Reaktionsgeschwindigkeitsgleichung ftlr Dissoziations-Rekombinations-reaktionen Hin- und Rückreaktionskonstanten 7. Geschwindigkeit chemischer Reaktionen für komplexe Gemische 8. Hochtemperaturluft, Bedeutende Elementarreaktionen, Reaktionskonstanten 9. Symmetrisches, zweiatomiges Gas, Ideal dissoziierendes Gas Geschwindigkeitsgleichung 10. Generalisierte Reaktionsgewschwindigkeitsgleichungen 11. Lokale Relaxationszeit, Kleine Abweichung vom Gleichgewicht 12. Strömung mit Vibrations- oder chemischen Nichtgleichgewicht
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Die Studierenden erkennen und verstehen die wichtigsten Fragestellungen der Hochtemperatur-Gasdynamik. • Sie erlernen die wichtigsten Theorien des physikalischen und chemischen Nichtgleichgewichts gasdynamischer Prozesse. • Sie verstehen die Grundlagen der vibrationalen Anregung und Relaxation. Fertigkeiten und Kompetenzen: • Die Studierenden sind in der Lage, Fragestellungen der Hochtemperatur-Gasdynamik selbstständig und systematisch zu analysieren und zu lösen. • Sie sind fähig, Aufgabenstellungen des physikalischen und chemischen Nichtgleichgewichts zu verstehen und passende Lösungsmethoden auszuwählen und anzuwenden. • Die Studierenden beherrschen die Grundlagen zur Berechnung von nichtgleichgewichts Prozessen in realen Gasen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Teilnahme an Vorlesung Gasdynamik realer Gase 1 Gasdynamik
Literatur	Vorlesungsumdruck Gasdynamik realer Gase
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	-

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Alexander Heufer
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Gasdynamik realer Gase II (402652501)	2. Semester	1. Semester	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Gasdynamik realer Gase II	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Gasdynamik realer Gase II	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Automated and Connected Driving Challenges - Research Project (Wahlpflichtfach)
Kennung	4025906
Version	-
Dauer (Semester)	Dreisemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	In diesem Modul führen Studierende ein Forschungsprojekt durch, welches zu einer der wissenschaftlichen Herausforderungen im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens beiträgt. Diese Herausforderungen werden im Modul "Automated and Connected Driving Challenges - Course" vorgestellt. Letzteres sollte vor diesem Modul absolviert werden, falls Studierende nicht bereits durch Erwerb entsprechender Kenntnisse an anderer Stelle hinreichend dazu in der Lage sind, zu einer der wissenschaftlichen Herausforderungen beizutragen. Studierende nutzen Wissen und Kompetenzen aus dem genannten Modul, um hier eigene Forschung durchzuführen. Dabei werden sie vom Kursteam unterstützt. Die wissenschaftlichen Herausforderungen werden größtenteils auch in aktuellen nationalen und internationalen Projekten behandelt. Studierende erhalten damit die Chance, zu aktueller Forschung beizutragen und ein Paper zu veröffentlichen. Studierende vertiefen ihre Kenntnisse in mehreren der folgenden Aspekte: • Funktionsentwicklung für automatisierte und vernetzte Fahrzeuge, • Programmieren in Python und C++, • Entwicklung von Softwaremodulen für das Robot Operating System, • Künstliche Intelligenz, Deep Learning, Neuronale Netzwerke, • Sensordatenverarbeitung (Kamera, Lidar, ...), • Umfeldmodellierung (Datenfilter, Datenfusion, Objekttracking), • Verhaltensplanung (Routenplanung, Manöverplanung, Trajektorienplanung), • kooperatives und vernetztes Fahren. Das Forschungsprojekt kann auch von einer Gruppe von Studierenden durchgeführt werden. Am Ende des Moduls reichen die Studierenden ein kurzes Paper sowie ihren entwickelten Source Code ein und stellen ihr Forschungsprojekt in einer Präsentation dar. Das Forschungsprojekt kann gut als Möglichkeit genutzt werden, sich auf eine Masterarbeit vorzubereiten.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Studiernde können • aktuelle wissenschaftliche Herausforderungen im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens benennen und erklären. • eine dieser wissenschaftlichen Herausforderungen, welche sie in Ihrem Forschungsprojekt aufgreifen, auch im Detail erklären. • mit ihrem Forschungsprojekt zusammenhängende wissenschaftliche Literatur benennen und Forschungsansätze daraus erklären. • den Ansatz erklären, welchen Sie zur Bewältigung der wissenschaftlichen Herausforderung in ihrem Forschungsprojekt gewählt haben. Fertigkeiten und Kompetenzen: Studierende • sind dazu in der Lage, zu aktuellen wissenschaftlichen Herausforderungen im Bereich des automatisierten und vernetzten Fahrens beizutragen. • können Funktionen für das automatisierte und vernetzte Fahren in C++ und Python programmieren. • können ihre entwickelten Funktionen in das Robot Operating System integrieren. • können neuronale Netzwerke trainieren, z.B. mit Tensorflow. • sind dazu in der Lage, die von ihnen entwickelten Funktionen zu evaluieren. • sind dazu in der Lage, zu einer der wissenschaftlichen Herausforderungen mittels eines Forschungsprojekt (in einer Gruppe) beizutragen. • sind dazu in der Lage, ihre Forschungsarbeit in einem Paper zu beschreiben. • sind dazu in der Lage, ihre Forschungsarbeit in einer Präsentation darzustellen.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Das Modul "Automated and Connected Driving Challenges - Course" sollte vor diesem absolviert werden. • Programmiererfahrung (Python, C++) • Erfahrung mit Linux • Erfahrung mit dem Robot Operating System
Literatur	Deep Learning - I. Goodfellow, Y. Bengio, A. Courville Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow - A. Géron
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The grade of the research project is the grade of the presentation (composed of 7/10 short paper + code (homework) and 3/10 oral presentation)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Lutz Eckstein
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Automated and Connected Driving Challenges - Research Project (402590601)	2. Semester	1. Semester	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Automated and Connected Driving Challenges - Research Project	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Nonlinear Structural Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012290
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Introduction and motivation: • Brief review of FE discretisation (solid vs. shell elements) • Brief review of linear statics and dynamics of structures • Structural nonlinearity: stress stiffening/softening, buckling, effect on nonlinear vibrations • Review of classical kinematical hypotheses (Bernoulli / Kirchhoff-Love), shortcomings, necessity of refined hypotheses • Index notation, Einstein summation convention • Kronecker symbol and associated rules • Scalar and vector product, matrix multiplication in index notation • Convected coordinates, parameter lines for a 3-D body • Co- and contravariant base vectors • Examples: cylindrical and spherical geometry • Co- and contravaiant metric tensor components • Co- and contravariant vector and tensor components • Vector product of base vectors, permutation tensor, metric tensor determinant • Surface parameter lines • Co- and contravariant surface base vectors, normal vector • Surface metric and permutation tensor • Equations of Gauss and Weingarten • Christoffel symbols • Curvature tensor of a surface • Geometrical considerations (length, area and volume elements) in the shell space, at the reference surface, at the bounding surfaces, and at the lateral boundary • Deformed configuration • Base vectors of the deformed configuration • Covariant derivative • Shifter tensor, mean and Gaussian curvature • Principle of virtual displacements • Internal and external virtual work • Definition of stresses and strains • Strain tensor for von Kármán-type nonlinearity • Strain-displacement relations for tangential, transverse shear and transverse normal strains • First-order shear deformation hypothesis • Interpretation of the kinematical variables, rotations at the reference surface • Outlook: Refined hypotheses • Nonlinear strain-displacement relations for first-order shear deformation (Reissner-Mindlin) plate and shell theory • Transition to Kirchhoff-Love plate and shell theory / Bernoulli beam theory • Internal virtual work • Internal stress resultants • Theorem of Gauss • External virtual work (surface tractions, body forces, inertia forces) • Surface load couples, boundary load couples • Body couples, inertia couples • Nonlinear equilibrium equations • Static boundary conditions
Lernziele/Lernergebnisse	In this course, students shall acquire the following:

	Knowledge / Understanding: Students • shall know the important steps and features of consistent modeling of 2-D and 1-D structures for linear and nonlinear static and dynamic analysis. • shall be able to understand structural theories (e.g. in commercial FE-codes, in scientific publications etc.), to classify them, and to estimate the consequences of underlying hypotheses for the quality of obtainable simulation results. Abilities / Skills: Students • shall be able to analyse static and dynamic simulation results with respect to the quality of the adopted structural model. • are expected to transfer theoretical models to actual engineering problems of statically or dynamically loaded beam, plate and shell structures (e.g. arbitrary geometries, arbitrary boundary conditions, arbitrary material and ply lay-up). Competencies: Students • shall be able to critically assess the applicability, consistency and correctness of structural models. • shall be able to use their obtained knowledge in order to
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	recommended: • Basic knowledge in mechanics (statics, strength of materials, dynamics)
Literatur	• Lecture Notes • A. H. Nayfeh, P. F. Pai: Linear and Nonlinear Structural Mechanics, Wiley-Interscience, 2004
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Prof. Dr.-Ing. Marcus Stoffel
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Nonlinear Structural Mechanics (401229001)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Nonlinear Structural Mechanics	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Nonlinear Structural Mechanics	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Numerical Methods in Mechanical Engineering (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011449
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The content of the course is to provide a map to follow the long and winding road from intuitional perception to the mathematical formulation of engineering problems. The content is summarized as follows: • Selected assumptions and mathematical tools to formulate problems • An overview of several solution methods: analytical solutions, approximate solutions, direct approximation, approximate solution after transformation of the problem • An overview of selected types of physical problems: discrete systems, continuous systems, equilibrium problems, eigenvalue problems, propagation problems • Integral formulations • Weak formulation of problems • The Method of Weighted Residuals • Introduction to variational calculus • Functionals • Functionals associated with an integral form • The stationarity principle • Stationarity conditions • Examples from mechanics • The method of Lagrange multipliers • Mixed and complementary formulations • Catalogue of functionals used in continuum mechanics and their specific features • Discretisation of integral forms • Collocation by points • Collocation by subdomains • Galerkin’s method Least Squares Method Examples • Ritz' method • Examples • Numerical integration • Newton-Cotes method • Gauss method Examples: • The Finite Element Method, Shape functions, construction of finite elements • Matrix representation in the FEM, Stiffness matrix, Boundary conditions • Examples from structural engineering, Software packages in engineering
Lernziele/Lernergebnisse	Overall goal: The students will gain theoretical background of numerical methods commonly used in mechanical engineering. In particular, the physical formulations are discussed based on which the corresponding mathematical formulations for large-scale numerical methods are presented. In this course, students shall acquire the following:

	Knowledge / Understanding The students will understand • the theoretical foundations of current numerical methods in engineering • the bridge between the physical formulation of a problem and the mathematical description suited to implement numerical approximation methods • the steps and transformations required to implement numerical methods Abilities / Skills The students are able to • apply approximation techniques and analyse the results obtained by various numerical methods • use their acquired knowledge to develop state-of-the-art approximation methods • critically judge the consistency and correctness of numerical methods • apply variational methods to obtain formulations of a problem of differential equations • construct basis functions compatible with the boundary conditions • construct and apply a variety of approximation methods based on the WRM (collocation by points, collocation by subdomains, Galerkin's method, least squares method, Ritz method) • solve constrained optimization problems by using the Lagrange Multipliers Method • construct the associated energy potential and to apply the stationary principle for a conservative mechanical problem • apply basic tools of numerical integration
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-none-
Literatur	• Lecture Notes • Dhatt, G., Touzot, G.: The Finite Element Method Displayed. Wiley, New York, 1984. • Finlayson, B.A.: The Method of Weighted Residuals and Variational Principles. Academic Press, New York, 1972. • Reddy, J.N.: Energy and Variational Methods in Applied Mechanics. Wiley, New York, 1984. • Lemaitre, J., Chaboche, J.-L.: Mechanics of Materials, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1994. • König, J.A.: Shakedown of Elastic-Plastic Structures. Elsevier, Amsterdam, 1987.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written exam or oral exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert Dr. rer. nat. Michael Ban
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Numerical Methods in Mechanical Engineering (401144901)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	7	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Numerical Methods in Mechanical Engineering	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3
Tutorial Numerical Methods in Mechanical Engineering	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Model Order Reduction in Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011493
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Introduction and motivation: Basic structural dynamics problems, necessity of model order reduction 2. Review of finite element analysis: basic equations, weak formulation and implementation with examples 3. Review of solution methods: especially numeric time integration schemes for structural dynamics problems and implementation with examples 4. Model order reduction for linear problems: e.g. static condensation, modal truncation,... and implementation with examples 5. Review of nonlinear problems in structrural dynamics: e.g. materially-nonlinear systems, problem formulation, numeric time integration, computational expensive implementations with examples 6. Model order reduction for nonlinear problems: e.g. modal truncation for slightly nonlinear systems, proper orthogonal decomposition 7. Implementation of model order reduction for nonlinear problems: focus on numeric time integration in the nonlinear reduced subspace 8. Introduction of unconventional methods in numerical mechanics: computational intelligence and machine learning, introduction of Google tensorflow 9. Computational intelligence as a learning dynamic system: learning process of hysteretic behaviour and implementation with examples 10. Presesntation of selected state of the art literature, e.g. published papers within the last few years (also prublications within the institute)
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge / Understanding: Overall goal: After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes: They will 1. understand the numerical problems in structural dynamics both linear as well as nonlinear computations, especially, in the case of high dimensionality (motivation) 2. understand the implementation of finite element codes for linear and nonlinear problems and be able to apply the inhouse tool of the institute as well as the generation of small extensions 3. understand and implement numeric time integration schemes for linear and nonlinear systems and see the necessity of model order reduction techniques 4. understand different methods and strategies for model order reduction in structural dynamics 5. implement model order reduction strategies, especially in connection with numeric time integration and compare responses in the reduced subspace with those of the physical space 6. understand some important state of the art problems in nonlinear model order reduction presented in the relevant journals 7. understand unconventional model order reduction methods based on machine learnning in linear and nonlinear structural mechanics Abilities / Skills Students are able to 1. implement algorithms for numeric time integration schemes in linear and nonlinear finite element analysis 2. select the right integration scheme and see the benefit of model order reduction strategies 3. implement algorithms for numeric time integrations schemes in reduced subspaces both for linear as well as nonlinear systems 4. select appropriate machine learning algorithms for the selected linear or nonlinear dynamic problems.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	required: none recommended: It is advantageous to be familiar with the foundations of the finite element method as well as numeric integration schemes
Literatur	recommended: Qu.; Z.Q.; Model Order Reduction Techniques with Applications in Finite Element Analysis, Springer Verlag 2004. Clough, R.W., Penzien J.; Dynamics of Structures. Mcgraw Hill Book Co 1996. Bathe, K.J.; Finite Element Procedures, Prentice Hall, 1996,
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	A written or oral exam (depending on the number of students)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Model Order Reduction in Mechanics (401149301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Model Order Reduction in Mechanics	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Exercise Model Order Reduction in Mechanics	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Sensortechnik und Signalverarbeitung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012440
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Elektrische Grundschaltungen • Sensoren als Systemkomponenten • Signaltransformationen • Digitale Signalverarbeitung • Signalfilterung • Signalübertragung • Korrelationstechnik • Nichtlineare Systeme • Elektromagnetische Sensoren • Kapazitive und Piezoelektrische Sensoren • Thermoelektrische Sensoren • Optische Signalübertragung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Vorlesung bietet einen tiefen Einblick in die Themen Sensorik und Datenübertragung bzw. Verarbeitung. • Der Studierende kennt die physikalischen und technischen Funktionsprinzipien wichtiger Sensortypen. • Der Studierende kann grundlegende Verfahren zur Auswertung, Interpretation und kritischen Hinterfragung von Messergebnissen anwenden. • Der Studierende kennt zudem die Verfahren zur Übertragung, Analyse und technischen Weiterverarbeitung der Messsignale. Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …) • Modul Messtechnik
Literatur	• J.-R. Ohm, H.-D. Lüke: Signalübertragung - Grundlagen der digitalen und analogen Nachrichtenübertragungssysteme, Springer (2010) • Elektrische Messtechnik: Analoge, digitale und computergestützte Verfahren, Springer (2007) • J. Niebuhr: Physikalische Messtechnik mit Sensoren, 6., aktual. Aufl.,München, Oldenbourg Industrieverl. (2011) • Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Robert Schmitt
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Sensortechnik und Datenverarbeitung (401244001)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Sensortechnik und Datenverarbeitung	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Sensortechnik und Datenverarbeitung	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Computational Multiphysics (Wahlpflichtfach)
Kennung	5226454
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Introduction to coupled problems 2. General physical and mathematical foundations 3. Generalized kinematic and kinetic quantities 4. Mass balance: Transport and diffusion 5. Momentum balance: Equilibrium and motion 6. Energy balance: Heat and energy transfer 7. Dissipation inequality for coupled problems 8. Weak form description of coupled problems 9. Finite element discretization 10. Example: Thermo-mechanics 11. Example: Chemo-mechanics 12. Example: Electro-mechanics ;
Lernziele/Lernergebnisse	During the course students will learn about coupled problems involving different physical fields and study various example cases that are relevant to science and engineering. After successfully completing this course, the student will have achiieved the following learning goals: Knowledge / Understanding: a) Students can identify the different physical ingredients of coupled problems b) Students understand how coupled model formulations are derived from general principles c) Students know how computational methods for coupled problems can be constructed Abilities / Skills: a) Students are able to develop new constitutive models for coupled problems b) Students are able to derive and implement finite element methods for coupled methods c) Students are able to assess the accuracy and efficiency of numerical formulations of coupled problems
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	none
Literatur	1. Lecture Notes, Presentation Slides, Exercises

	2. S. Bulent Biner, Programming Phase Field Modeling, Springer, 2017. 3. DAMASK – The Du#sseldorf Advanced Material Simulation Kit for modeling multi-physics crystal plasticity, thermal, and damage phenomena from the single crystal up to the component scale, Computational Materials Science 158, 420-478, 2019.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Oral exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	-
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Computational Multiphysics (522645401)	3. Semester	4. Semester	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Computational Multiphysics	3. Semester	4. Semester	-	3
Exercise Computational Multiphysics	3. Semester	4. Semester	-	2

Modultitel	In Situ Spectroscopy for Process Control (Wahlpflichtfach)
Kennung	1525699
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Grundlagen der Spektroskopie-Arten UV, Vis, MIR, NIR, ATRMIR, Raman, NMR; ex-situ/in-situ/ operando; Vorstellung verfügbarer Geräte; Beispiele aus der Produktion; Probleme und Lösungsansätze; regelungstechnische Grundlagen ;
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden können bei Fragestellungen aus der chemischen Produktion fundierte Vorschläge zur Implementierung spektroskopischer Methoden machen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Referat benotet
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisation: Modulangebotsverantwortung Chemie Modulverantwortung: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Marcel Liauw
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung In Situ Spectroscopy for Process Control (152569901)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
In Situ Spectroscopy for Process Control	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Hardware-in-the-Loop Labor für mobile Antriebe (Wahlpflichtfach)
Kennung	4027315
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Infolge immer strengerer Emissionsgesetzgebungen nimmt die Elektrifizierung und Hybridisierung von Fahrzeugantrieben und somit der Entwicklungsaufwand laufend zu. Die Virtualisierung und Digitalisierung stellt eine Möglichkeit dar, dem gesteigerten Entwicklungsaufwand bei gleichzeitiger Forderung nach kurzen Entwicklungszeiten und geringen Entwicklungskosten zu begegnen. Bei diesem Ansatz werden Tests, welche konventionell an Prototypenfahrzeugen durchgeführt werden, mithilfe von Prüfständen in frühere Entwicklungsphasen vorverlagert. Eine Möglichkeit ist die Durchführung von Hardware-in-the-Loop (HiL)-Tests, bei denen reale Komponenten in eine Echtzeitsimulation des modellierten Gesamtfahrzeugs in einer virtualisierten Umgebung eingebunden und flexibel getestet werden. Zu Beginn dieses Moduls werden den Studierenden die notwendigen Grundlagen zum Verständnis von HiL-Methoden näher gebracht. Es wird ein Überblick über HiL-Systeme, elektrotechnische Grundlagen, automotive Bussysteme und Echtzeitmodellierung gegeben. Des Weiteren erhalten die Studierenden Einblicke in den Aufbau und die Funktionsweise elektrischer Antriebsstränge. Der Fokus liegt dabei auf dem Erlernen methodischer Kompetenzen im Bereich des HiL-Testings an exemplarischen HiL-Prüfständen für ein Batteriemanagementsystem (BMS) und einer elektrischen Traktionsmaschine. Im weiteren Verlauf dieser Lehrveranstaltung werden die erlernten methodischen Kompetenzen in Kleingruppenübungen an Hil-Prüfständen demonstriert. In einem ersten Schritt werden die elektrotechnischen Grundlagen im Rahmen praktischer Übungen am HiL-Simulator erarbeitet. Die automotiv relevanten Sensor- und Signalarten sowie Ein- und Ausgange werden den Studierenden vermittelt. Aufbauend auf diesem Wissen wird der HiL-Aufbau durch die Studierenden selbstständig um die Signalleitungen ergänzt. Die zur Simulation notwendigen Echtzeitmodelle werden von den Studierenden erweitert und die Ein-/ Ausgangsschnittstellen (I/Os) der Hardware mit dem Simulator verknüpft. Eine Restbus-Simulation eines CAN-Netzwerkes wird von den Studierenden durchgeführt und analysiert. Des Weiteren werden den Studierenden die Funktionalitäten von BMS mittels eines BMS HiL-Simulators nähergebracht. Die Regelung einer permanenterregten Synchronmaschine wird über einen HiL-Simulator für das entsprechende Steuergerät implementiert und appliziert. Mittels eines HiL-Simulators für ein Steuergerät und Aktoren sowie Sensoren eines Verbrennungsmotors eignen sich die Studierenden Fertigkeiten zur Fehleridentifikation und erweiterte Messtechniken in einer Closed-Loop Regelung an.
Lernziele/Lernergebnisse	<u>Wissen und Verstehen:</u> Die Studierenden erlangen Kenntnisse in: • Hardware-in-the-Loop (HiL)-Methoden, wie den Aufbau von HiL-Setups, der Entwicklung von echtzeitfähigen Simulationsumgebungen und Durchführung sowie Analyse von HiL-Tests • der Einordnung von HiL-Methoden in die automotive SW-Entwicklung (V-Modell) und die Antriebsentwicklung (Steuergerätekalibrierung) • Anwendungsfelder von HiL-Methoden im automobilen Kontext • Echtzeitmodellierung und -simulation in HiL-Anwendungen • Elektrotechnik-Grundlagen und Sensor- und Signaltheorie für HiL-Prüfstände • praktischen Implementierung und Umsetzung der Testfälle am HiL • der in der Industrie etablierten Toolkette für HiL-Aufbau und -Anwendungen • automobilen Bussystemen und ihrer Funktionsweise im Regelungsverbund • automobil relevanten Inputs und Outputs (1/0) bei Steuergeräten sowie deren Simulation

- Aufbau und Funktionsweise elektrischer Antriebsstränge
- Batteriemodulen, Batteriemanagementsystemen (BMS) und BMS Funktionalitäten
- Regelung permanenterregter Synchronmaschinen
- Grundlagen der echtzeitfähigen Modellierung elektrischer Antriebsstrangkomponenten mittels Field Programmable Gate Array (FPGA) Programmierung

Fertigkeiten und Kompetenzen:

Die Studierenden erlangen folgende Fertigkeiten und Kompetenzen:

- Umgang mit HiL-Werkzeugen zum Aufbau eines HiL-Profstandes mit realen Steuergeräten
- Analyse und Bewertung von Ergebnissen aus Hil (Simulationsergebnisse mit 1/0-, Strecken- und Regelungsmodellen)
- Einordnung des HiL-Aufbaus und -Anwendungen im automobilen SW-Entwicklungsprozess
- Umgang mit HiL-Werkzeugen zur Analyse und Bewertung von Testfällen realer Hardwarekomponenten und SW
- Verständnis der gesamten HiL-Architektur (Systemverständnis)
- Bearbeitung und Verständnis von Hardware-Plänen zur Verkabelung und Aufbau von HiL-Setups
- Bearbeitung und Verständnis von echtzeitfähigen Simulationsmodellen in MATLAB/Simulink
- Verständnis der Codegenerierung und Kompilierung sowie der Erzeugung von echtzeitfähigen Simulationsmodellen aus MATl.AB/Simulink
- Umgang mit komplexen Systemaufbauarten von HiL für konventionelle und elektrifizierte Antriebe moderner Fahrzeuge
- Praktischer Umgang mit einer industriell etablierten Toolkette
- Systemverständnis automobiler Steuergeräte und Umgang mit Bus-Kommunikation
- Praktisches Verständnis von Elektrotechnik Grundlagen, Echtzeitsimulation, 1/0-Schnittstellen und Sensor- und Signaltheorie durch Testen mit realer Hardware in sicherer Umgebung
- Systemverständnis der komplexen Interaktionen in geschlossenen Regelkreisen von HiL
- Erweiterung und Kalibrierung eines Reglers für permanenterregte Synchronmaschinen

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)

-

(empfohlene) Voraussetzungen

Empfohlene Voraussetzungen:

- Software am Verbrennungsmotor
- Elektronik am Verbrennungsmotor
- Alternative und Elektrifizierte Fahrzeugantriebe
- Elektrische Antriebe und Speicher
- Grundlagen mobiler Antriebe
- Rapid Control Prototyping
- Simulationstechnik im Maschinenbau

Literatur

Powerpoint-Folien zur Übung

Empfohlene weiterführende Literatur:

Automotive Software Engineering. Schäuffele, Zurawka.

Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik. Pischinger, Seiffert.

Mess- und Prüfstandstechnik. Antriebsstrangentwicklung, Hybridisierung, Elektrifizierung. Paulweber, Lebert.

Rapid Control Prototyping: Methoden und Anwendungen. Abel, Bollig.

Vorlesungsinhalte Software am Verbrennungsmotor &; Elektrische Antriebe und Speicher

Sprache

Deutsch

Prüfungsbedingungen

Eine mündliche oder eine schriftliche Prüfung, je nach Anzahl der Teilnehmenden. Zulassung zur Prüfung nur nach 75% Anwesenheit bei den Laborübungen. Endnote ergibt sich zu 100% aus der Prüfung.

Sonstiges

-

Modulverantwortung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Jakob Andert

ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Hardware-in-the-Loop Labor für mobile Antriebe (402731501)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Hardware-in-the-Loop Labor für mobile Antriebe	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Labor Hardware-in-the-Loop Labor für mobile Antriebe	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Serienentwicklung von Triebsträngen für ‚On-Road' Nutzfahrzeuge (Wahlpflichtfach)
Kennung	4025565
Version	V1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Dieses Modul vermittelt den Studierenden einen Einblick in die Serienentwicklung von Nutzfahrzeugtriebsträngen. Diese Triebstränge umfassen das Hauptgetriebe, das Achsgetriebe, komplette Achsen mit Radnaben sowie verbindende Komponenten wie Doppelgelenkwellen. Zum Einstieg in dieses Modul werden die aktuell zum Einsatz kommenden Triebstränge vorgestellt. Diese Triebstränge können rein verbrennungsmotorisch, rein elektromotorisch oder auch kombiniert angetrieben sein. Konkrete Anwendungsfälle, wie Stadtbusse und Muldenkipper, verdeutlichen Vor- und Nachteile einzelner Triebstrangkonzepte. Um dem aus technischen Gründen, z.B. elektromagnetischer Verträglichkeit, und vor allem betriebswirtschaftlichen Gründen kontinuierlich steigenden Integrationsgrad von Nutzfahrzeuggetrieben mit beispielsweise integrierter Elektromaschine Rechnung zu tragen, bilden auch Grundlagen von Elektromaschinen Lehrinhalt. Dies gilt für Triebstränge mit Niedervoltantrieb und Hochvoltantrieb sowie mit oder ohne Antrieb von Nebenaggregaten. Im Anschluss werden unterschiedliche Aktoren zur Betätigung von Nutzfahrzeuggetrieben vorgestellt. Hinsichtlich des Hauptleistungsflusses sind aktuelle Nutzfahrzeugtriebstränge weitgehend optimiert. Die Weiterentwicklung der Aktoren in ihrer Effizienz stellt ein wichtiges Ziel der aktuellen Nutzfahrzeug-Getriebeentwicklung dar, um den Gesamtwirkungsgrad weiter zu steigern. Entsprechende Auslegungsmethoden für bedarfsgerechte Aktoren unter Berücksichtigung aktueller Entwicklungswerkzeuge für die SW-Funktionsentwicklung und für die Hardware werden vorgestellt. Im Weiteren wird die Erprobung von Nutzfahrzeugtriebsträngen auf Prüfständen vorgestellt. Dies betrifft der „V-Entwicklung" folgend Komponententests bis hin zu Tests auf Triebstrang-Gesamtsystemebene. Die Vorlesung endet mit einem Ausblick auf zukünftige Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkte in der Fahrzeuggetriebetechnik sowie mit einer Werksbesichtigung. Während der Vorlesung verdeutlichen Beispiele aus der Praxis die Notwendigkeit der theoretischen Lehrinhalte. Die Anwendung dieser Inhalte erfolgt während der Übung in Form von Berechnungen sowie dem Spezifizieren und Skizzieren von Triebstrangkonzepten und Triebstrang-Teilsystemen. Das Ziel lautet bereits an der RWTH bestehendes Lehrangebot zu ergänzen. Die Lehrveranstaltung beinhaltet daher ausschließlich Nutzfahrzeuganwendungen für den Straßenbetrieb. Beispielsweise Schleppergetriebe für landwirtschaftliche Anwendungen sowie Getriebe für Baufahrzeuge, wie Raupen und Grader, stellen keinen Bestandteil dieser Lehrveranstaltung dar.
Lernziele/Lernergebnisse	<u>Wissen und Verstehen:</u> • Kenntnis des Entwicklungsprozesses für den Triebstrang in der Großserie für Nutzfahrzeuge im Straßenbetrieb • Kenntnis der für eine Serienentwicklung relevanten Auslegungsverfahren für Fahrzeugtriebstränge unter Berücksichtigung moderner Entwicklungswerkzeuge; der Fokus liegt auf der Triebstrang-Konzeptentwicklung inklusive Lastenheftbestimmung • Kenntnis der Funktionsweise und der technischen Umsetzung aktuell relevanter Typen von Nutzfahrzeuggetrieben einschließlich Hybridantriebe (P2 und P4) sowie rein elektromotorische Triebstränge, 1- und 2-E-Maschinenantriebe mit zunehmendem Integrationsgrad von Getriebe, Elektromaschine(n) sowie Leistungselektronik • Kenntnis der konstruktiven Gestaltung von Nutzfahrzeuggetrieben unter Berücksichtigung der Einflüsse und Anforderungen aus der Serienfertigung; um sich von bestehenden

	Lehrveranstaltungen zu unterscheiden, liegt der getriebeseitige Fokus auf mechatronischen Systemen, wie bedarfsgerechte „Power-on-demand" Nutzfahrzeuggetriebeaktoren einschließlich Hardware-Entwicklung und der Software-Funktionsentwicklung • Kenntnis des Produktionsprozesses von Getrieben in der Großserie (Komponentenfertigung, Montage, Inbetriebnahme am End-of-Line Prüfstand) • Wissen über zukünftige Anforderungen und Herausforderungen in der Nutzfahrzeugtriebstrangentwicklung <u>Fertigkelten und Kompetenzen:</u> • Verschiedene Getriebetechnologien für Nutzfahrzeuge hinsichtlich ihrer funktionalen Eigenschaften kennenlernen, analysieren und bewerten • Systemverständnis von verbrennungsmotorischen und elektromotorischen Nutzfahrzeugantriebssträngen mit Fokus auf Getriebe und Anfahrelemente erlangen • Umgang mit komplexen mechatronischen Systemen, Hardware und Software, erfahren; Zusammenspiel von Hardwareentwicklung und Softwarefunktionsentwicklung; Memo: "Software kann in der Serie nicht die Probleme der Hardware lösen." • Übertragungsfähigkeit der Auslegungsmethodik für komplexe Systeme auf andere technische Produkte, z.B. Aktoren für andere Aggregate, erkennen • Prozesse im Rahmen einer Serienentwicklung bis zum Serienanlauf auch fachübergreifend für technische Aggregate generell kennenlernen; Bündeln kommerzieller und technischer Anforderungen mit dem Ziel ein am Markt in allen Disziplinen erfolgreiches Produkt termingerecht zu schaffen • Problemstellungen eigenständig erkennen und formulieren, sowie darauf aufbauend geeignete Lösungswege entwickeln und bewerten • Im Rahmen von Exkursionen das Verständnis für simultane Getriebeentwicklung über mehrere Disziplinen, wie Konstruktion, Versuch und Fertigung gewinnen • Praxiswissen der Dozenten "erfahren" und aus den Fehlern, welche die Dozenten als leitende Ingenieure in ihrer beruflichen Praxis gemacht haben, lernen • Aufgabenstellungen in Kleingruppen diskutieren, was die Kommunikationsfähigkeit verbessert
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Powerpoint-Folien zur Vorlesung und zur Übung Empfohlene weiterführende Literatur: 1. H. Naunheimer, B. Bertsche; Fahrzeuggetriebe - Grundlagen, Auswahl, Auslegung und Konstruktion 2. K. Reif; Antriebsstrang, Getriebe und Getriebesteuerung; Springer Vieweg 3. J. Loomann; Zahnradgetriebe; Springer Verlag 4. H. Tschöke; Die Elektrifizierung des Antriebsstrangs; Springer Vieweg 5. M. Hilgers; Getriebe und Antriebsstrangauslegung; Springer Vieweg
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Je nach Teilnehmerzahl ergibt sich die Endnote aus einer schriftlichen Prüfung oder einer mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Serienentwicklung von Triebsträngen für ‚On-Road‘ Nutzfahrzeuge (402556501)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Serienentwicklung von Triebsträngen für ‚On-Road‘ Nutzfahrzeuge	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Serienentwicklung von Triebsträngen für ‚On-Road‘ Nutzfahrzeuge	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Mobile Arbeitsmaschinen - Antriebe und Steuerungen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011026
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung mobile Arbeitsmaschinen (Randbedingungen, Herausforderungen, Aufbau) 2. Grundlagen der Hydraulik 3. Energieversorgungssysteme (u.a. Open Center Systeme, Load Sensing Systeme) 4. Hydrostatische Lenkung 5. Fahrantriebe 6. Elektronische Architekturen und ihre Rückwirkungen auf das Energieversorgungssystem 7. Elektronik und Elektrik an mobilen Arbeitsmaschinen (inkl. Sensorik, Datenübertragung, Steuerung)
Lernziele/Lernergebnisse	<u>Wissen und Verstehen:</u> In der Lehrveranstaltung erlernen die Studierenden die Anforderungen und Herausforderungen von mobilen Arbeitsmaschinen (u.a. Bagger, Radlader). Zur Bewältigung der großen Lasten bei gleichzeitig sehr guter Steuerbarkeit und Robustheit werden hydraulische Aktuatoren eingesetzt. Die Studierenden erlernen die Grundlagen der hydraulischen Antriebstechnik für mobile Arbeitsmaschinen und setzen sich im Detail mit den entsprechenden Energieversorgungssystemen (u.a. Load Sensing und Open Center Systemen), sowie hydraulischen Lenkungen und Fahrantrieben auseinander. Sie lernen die verschiedenen klassischen Systeme zu differenzieren und auf Basis der jeweiligen Randbedingungen auszuwählen. Neben einem vertieften Verständnis für die klassischen Systeme und Systemarchitekturen, liegt der Schwerpunkt der Veranstaltung auf der Vermittlung der sich verändernden Anforderungen an moderne mobile Arbeitsmaschinen. Hierzu wird Wissen hinsichtlich der Elektrifizierung und der damit einhergehenden veränderten Energieversorgungssysteme vermittelt. Des Weiteren erlernen die Studierenden die Grundlagen der Automatisierung und Steuerungstechnik von mobilen Arbeitsmaschinen. <u>Fertigkeiten und Kompetenzen:</u> Die Studierenden kennen die maßgeblichen Anforderungen bei der Auslegung mobiler Arbeitsmaschinen. Sie sind in der Lage geeignete fluidtechnische Systemarchitekturen für unterschiedliche Anwendungen und Antriebssysteme auszuwählen, zu berechnen, sowie entsprechende hydraulische Schaltpläne zu verstehen. Die Studierenden kennen die relevanten Technologien und deren Anforderungen für den Datenaustausch und die Sensordatenverarbeitung auf modernen mobilen Arbeitsmaschinen. Die Studierenden kennen die Herausforderungen und Lösungsansätze für die Elektrifizierung von mobilen Arbeitsmaschinen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	• Grundlagen der Fluidtechnik • Maschinengestaltung 2/3
Literatur	• Grundlagen der Fluidtechnik - Teil 1: Hydraulik, Shaker Verlage, Aachen • Findeisen, Ölhydraulik, Springer
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessorin Dr.-Ing. Katharina Schmitz
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Mobile Arbeitsmaschinen - Antriebe und Steuerungen (401102601)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Mobile Arbeitsmaschinen - Antriebe und Steuerungen	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Mobile Arbeitsmaschinen - Antriebe und Steuerungen	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Fundamentals of Machine Learning (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011600
Version	V4
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The class "Computer Science in Mechanical Engineering II: Data Science and Machine Learning" covers state-of-the-art data science methods from computer science and their application in mechanical engineering. It introduces the core basics in probability theory, develops main principles and methods from machine learning, and provides an introduction to its modern tools. The class combines both profound understanding of basic concepts and theory in data science, as well as hand-on programming techniques applied on problems in the context of engineering. Class outline: 1. Probability theory 2. Linear models for regression 3. Linear models for classification 4. Neural networks and deep learning 5. Gaussian processes 6. Introduction to reinforcement learning
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and Understanding • The students know the fundamentals in probability theory and can apply them in advanced methods and problems • The students have an overview and understanding of core methods and tools in machine learning (regression, classification, reinforcement learning) • They have an in-depth understanding of core principles, problems, and techniques in data science and machine learning • They develop an understanding for what problems and purposes data science methods can be applied in mechanical engineering Abilities and Competencies: • The students acquire knowledge about methods and implementation of state-of-the-art machine learning (e.g., neural networks, Gaussian process regression) • They have the ability to apply the acquired knowledge to problems in the context of mechanical engineering by using appropriate methods and programming tools
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Will be announced in class. Recommended further literature: Bishop, Christopher M., Pattern recognition and machine learning. Springer, 2006. Sutton, Richard S., and Andrew G. Barto, Reinforcement learning: An introduction (second edition). MIT press, 2018.

	Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio, and Aaron Courville, Deep learning. MIT press, 2016. Carl Edward Rasmussen and Christopher K. I. Williams, Gaussian processes for machine learning, MIT press, 2006.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written final exam (100 %)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Johann Sebastian Trimpe
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fundamentals of Machine Learning (401160001)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Fundamentals of Machine Learning	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Fundamentals of Machine Learning	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011718
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Moderne Luftfahrtantriebe spielen im weltweiten Personen- und Warenverkehr eine bedeutende Rolle. Flugzeuge sind fester Bestandteil unseres Transportwesens und benötigen für einen profitablen und nachhaltigen Einsatz effiziente, leistungsstarke und mittelfristig klimaneutrale Antriebssysteme. Um diese Anforderungen erfüllen zu können, ist ein tiefes Verständnis der Aero- und Thermodynamik in den unterschiedlichen Luftfahrtantrieben erforderlich. In der Vorlesungsreihe „Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe“ werden aktuelle und zukünftige Technologien vorgestellt, mit denen die Industrie diese Nachhaltigkeitsanforderungen umsetzt. Für eine realitätsnahe Betrachtung der industriellen Herangehensweise werden aktuelle Beispiele aus Forschung und Entwicklung diskutiert. Neben der evolutionären Weiterentwicklung aktueller Technologien werden auch revolutionäre Ansätze behandelt, die letztendlich die Klimaneutralität sicherstellen sollen, gleichzeitig aber auch sehr große neue Herausforderungen mit sich bringen. Neben der Vorstellung dieser Ansätze ist die Bewertung und Erprobung dieser Technologien ebenfalls ein wichtiger Bestandteil der Vorlesung. Neue Technologien müssen genau untersucht und deren Tauglichkeit nachgewiesen werden, um bereits vor dem kommerziellen Einsatz die Schwächen und Einschränkungen dieser Technologien zu kennen. Die dabei nötigen Schritte werden genauso vorgestellt wie die anschließend nötigen Zulassungsaspekte. Dieser Vorlesungsteil („Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I“) stellt den aktuellen Stand der Technik in der Triebwerksentwicklung und die Anforderungen, die an eine nachhaltige Luftfahrt gestellt werden, vor. Darauf aufbauend wird gezeigt, wie die Industrie durch die evolutionäre Weiterentwicklung bestehender Technologien auf die aktuellen Anforderungen reagiert. Der anschließende Vorlesungsteil („Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe II“) stellt neue, revolutionäre Ansätze aus Industrie und Forschung vor, mit denen eine langfristig nachhaltige Luftfahrt erreicht werden soll. Weiterhin werden die wichtigsten Prozesse bei der Entwicklung, Erprobung und Zulassung neuer Technologien präsentiert.
Lernziele/Lernergebnisse	<u>Wissen und Verstehen:</u> Die Studierenden lernen die wesentlichen Herausforderungen bei der Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe sowie die Technologien und Methoden, mit denen die Luftfahrtindustrie darauf reagiert, kennen. Im Fokus stehen dabei die Anforderungen an Nachhaltigkeit, Sicherheit, Klimaschutz, Ressourcenschonung, Wirtschaftlichkeit und industrielle Umsetzbarkeit. <u>Fertigkeiten und Kompetenzen:</u> Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, aktuelle Herausforderungen bei der Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe zu verstehen und die technische und wirtschaftliche Ausrichtung der Industrie einzuordnen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-

(empfohlene) Voraussetzungen	- Grundlagen der Turbomaschinen I - Luftfahrtantriebe I - Auslegung von Turbomaschinen
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche/mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke Honorarprofessor Dr.-Ing. Klaus Steffens
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I (401171801)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012543
Version	V2_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Moderne Luftfahrtantriebe spielen im weltweiten Personen- und Warenverkehr eine bedeutende Rolle. Flugzeuge sind fester Bestandteil unseres Transportwesens und benötigen für einen profitablen und nachhaltigen Einsatz effiziente, leistungsstarke und mittelfristig klimaneutrale Antriebssysteme. Um diese Anforderungen erfüllen zu können, ist ein tiefes Verständnis der Aero- und Thermodynamik in den unterschiedlichen Luftfahrtantrieben erforderlich. In der Vorlesungsreihe „Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe“ werden aktuelle und zukünftige Technologien vorgestellt, mit denen die Industrie diese Nachhaltigkeitsanforderungen umsetzt. Für eine realitätsnahe Betrachtung der industriellen Herangehensweise werden aktuelle Beispiele aus Forschung und Entwicklung diskutiert. Neben der evolutionären Weiterentwicklung aktueller Technologien werden auch revolutionäre Ansätze behandelt, die letztendlich die Klimaneutralität sicherstellen sollen, gleichzeitig aber auch sehr große neue Herausforderungen mit sich bringen. Neben der Vorstellung dieser Ansätze ist die Bewertung und Erprobung dieser Technologien ebenfalls ein wichtiger Bestandteil der Vorlesung. Neue Technologien müssen genau untersucht und deren Tauglichkeit nachgewiesen werden, um bereits vor dem kommerziellen Einsatz die Schwächen und Einschränkungen dieser Technologien zu kennen. Die dabei nötigen Schritte werden genauso vorgestellt wie die anschließend nötigen Zulassungsaspekte. Der vorherige Vorlesungsteil („Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I“) hat den aktuellen Stand der Technik in der Triebwerksentwicklung und die Anforderungen, die an eine nachhaltige Luftfahrt gestellt werden, vorgestellt. Darauf aufbauend wurde gezeigt, wie die Industrie durch die evolutionäre Weiterentwicklung bestehender Technologien auf die aktuellen Anforderungen reagiert. In diesem Vorlesungsteil („Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe II“) werden neue, revolutionäre Ansätze aus Industrie und Forschung vorgestellt, mit denen eine langfristig nachhaltige Luftfahrt erreicht werden soll. Weiterhin werden die wichtigsten Prozesse bei der Entwicklung, Erprobung und Zulassung neuer Technologien präsentiert.
Lernziele/Lernergebnisse	<u>Wissen und Verstehen:</u> Die Studierenden lernen die wesentlichen Herausforderungen bei der Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe sowie die Technologien und Methoden, mit denen die Luftfahrtindustrie darauf reagiert, kennen. Im Fokus stehen dabei die Anforderungen an Nachhaltigkeit, Sicherheit, Klimaschutz, Ressourcenschonung, Wirtschaftlichkeit und industrielle Umsetzbarkeit. <u>Fertigkeiten und Kompetenzen:</u> Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, aktuelle Herausforderungen bei der Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe zu verstehen und die technische und wirtschaftliche Ausrichtung der Industrie einzuordnen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-

(empfohlene) Voraussetzungen	- Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe I - Grundlagen der Turbomaschinen I - Luftfahrtantriebe I - Auslegung von Turbomaschinen
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	schriftlich oder mündlich
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke Honorarprofessor Dr.-Ing. Klaus Steffens
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe II (401254301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Entwicklung nachhaltiger Luftfahrtantriebe II	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Computational Intelligence in Engineering (Wahlpflichtfach)
Kennung	4021493
Version	V1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The elective course “Computational Intelligence in Engineering“ is available for students enrolled in the engineering Master programs of RWTH Aachen University. It provides an overview over recent applications of computational intelligence and deep learning that are relevant to engineering. The first half of the course content is a theoretical introduction into the topic of machine learning in engineering and programming fundamentals in Python. In the second half of the course, the students apply their gained knowledge in project-based learning. The course will be taught interactively, engaging the students using practical example projects. The following topics are covered: • Time-variant dynamic processes from simulations or experiments • Data acquisition and pre-processing • Machine learning algorithms and neural network models • Advanced neural networks architectures • Project-specific engineering problems • Programming fundamentals in Python for data-driven procedures
Lernziele/Lernergebnisse	The course curriculum consists of interactive seminar lectures accompanied by semester project works. During the seminar lectures, the students will receive the necessary theoretical information and supervision to independently plan, advance and complete the projects in small groups. In addition, the seminars offer the opportunity to discuss challenges and problems arising during projects. Finally, the achievements and results obtained within the student projects will be presented by the students in the scope of the seminar lectures and the accompanying computer lab exercises. <u>Knowledge / Understanding</u> The students will understand • current trends in computational intelligence and their theoretical foundation in the context of engineering applications • the advantages of machine learning algorithms in engineering but also the limits of the methods and when better not to use them <u>Abilities / Skills:</u> The students will be able to • apply machine learning methods to a wide variety of engineering Problems • transfer their knowledge to new engineering applications in science and industry via the practical expertise gained • evaluate the merits and limitations of machine learning methods applied to computer aided engineering problems
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Programming experience is advantageous, preferably the language Python.

Literatur	• Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A., 2016. Deep Learning. MIT Press. • Keller, J.M., Liu, D., Fogel, D.B. , 2016. Fundamentals of Computational Intelligence. IEEE Press, Wiley.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written Examination or Oral Examination (100 %)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computational Intelligence in Engineering (402149301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Computational Intelligence in Engineering	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Computational Intelligence in Engineering	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Wärmepumpensystemtechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4023521
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Abschwächung von Klimawirkungen ist eine Hauptaufgabe in den nächsten Jahrzehnten und erfordert die Elektrifizierung von Heiz- und Kühlanwendungen. Die Wärmepumpe ist eine Schlüsseltechnologie im Gebäudesektor, in der Fahrzeugtechnik und in industriellen Anwendungen. Zur nachhaltigen Integration von Wärmepumpen in diese Sektoren müssen die Grundlagen von Kältemitteln, Kältemittelkreisläufen und deren Wechselwirkungen mit gesamten Energiesystemen verstanden werden. Da Wärmepumpensysteme häufig unter variablen Randbedingungen betrieben werden, sind die Auslegung und der Betrieb von Wärmepumpen-basierten Energiesystemen Fokus der Veranstaltung. Im Verlauf der Lehrveranstaltung werden relevante Kältemittel und Kältemittelkreisläufe behandelt und die Erstellung von Prozessmodellen sowie der Abgleich mit experimentellen Daten wird vorgestellt. Zur Bewertung des Kältemittelkreislaufs werden gängige energetische und exergetische Kennzahlen vorgestellt und konventionelle Bewertungsverfahren (Energielabel) dargelegt. Zur Bewertung im Gesamtsystem werden statische und dynamische Verfahren vorgestellt, die sich sowohl zur Bewertung von Zeitpunkten und Zeiträumen eignen. Die Integration ins Gesamtsystem wird anhand von Gebäuden, Fahrzeugen und industriellen Anwendungen durchgeführt. Einfache Prozessmodelle werden mit experimentellen Daten abgeglichen und bewertet.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Wärmepumpensysteme sind der Schlüssel zur nachhaltigen Wärme- und Kälteversorgung in unterschiedlichen Sektoren. Die Studierenden erlernen die thermodynamischen Grundlagen der Wärmepumpensystemtechnik sowie die technische Integration in das Gesamtsystem. Es werden Kennzahlen zur Bewertung mit Bezug auf die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit: Ökonomie, Ökologie und Soziales präsentiert. Hierbei werden alle Systemebenen vom Arbeitsmittel bis zum Gesamtsystem vermittelt. Die Studierenden verstehen den Aufbau von Wärmepumpen-basierten Energiesystemen und können Prozessmodelle zur Beschreibung des Systemverhaltens entwickeln. Im Rahmen der Lehrveranstaltung werden die Methoden der Modellentwicklung und der experimentellen Absicherung von Modellen vermittelt. Die Integration in unterschiedliche Energiesysteme (Gebäude, Fahrzeug, Industrieanlagen) zeigt die Vielseitigkeit der Technologie und gibt einen ersten Einblick in die Auslegung von Energiesystemen. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden verstehen das thermodynamische Verhalten von Kältemitteln in Kältemittelkreisläufen und können es mit gängigen Kennzahlen energetisch und exergetisch bewerten, um Auslegungsentscheidungen treffen zu können. Hierzu können sie Bedarfe auf Energiesystemebene berechnen und in den drei Dimensionen der Nachhaltigkeit bewerten. Die Studierenden können ebenso den Einfluss des Kältemittelkreislaufs im Gesamtsystem mit geeigneten Modellen bestimmen und damit Potentiale zur Integration in Gesamtsysteme aufzeigen. Die Modelle sollen mit Hilfe von gängigen Experimenten abgesichert werden können. Dazu werden experimentell gewonnene Daten in der Lehrveranstaltung evaluiert und mit Berechnungen abgeglichen. Des Weiteren können Studierende Kältekreisprozesse in unterschiedliche Gesamtsysteme integrieren (Gebäude, Fahrzeuge, Industrieanlagen) und vor dem Hintergrund der optimalen Auslegung die beste Systemkonfiguration für den Anwendungsfall berechnen.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Vorkenntnisse in folgenden Fächern sind hilfreich aber nicht notwendig: Thermodynamik 1/2, Strömungsmechanik 1, Wärme- und Stoffübertragung 1, Simulationstechnik
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	-
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.Ing. Dirk Müller
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Wärmepumpensystemtechnik (402352101)	1. Semester	2. Semester	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Wärmepumpensystemtechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Wärmepumpensystemtechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Elektronik in mobilen Antrieben (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014387
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Elektronische Beeinflussungsmöglichkeiten von Verbrennungsmotoren • Funktionsweise der wichtigsten Sensoren 2 • Funktionsweise der wichtigsten Aktuatoren • Hardwareaufbau von Steuergeräten (ECUs) 3 • Software von Steuergeräten 4 • Software von Steuergeräten 5 • Sicherheit, Diagnose, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) 6 • Bussysteme im Automobil 7 • Kraftfahrzeugelektrik / Hybridtechnologie
Lernziele/Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen haben die Studierenden Kenntnisse und Fähigkeiten in den Themenfel dern, die unter Inhalt beschrieben werden, erworben. Wissen und Verstehen: Somit kennen die Studierenden insbesondere • Möglichkeiten, das Verhalten eines Verbrennungsmotors elektronisch zu beeinflussen • Die Funktionsweise der für diesen Zwecknötigen Sensorik und Aktuatorik • Die wichtigsten Prinzipien der Sicherheits- und Diagnosefunktionalität in einer Motorsteuerung • Grundlegende, im Fahrzeug verwendete, Bustopologien zur steuergeräteübergreifenden Kommunikation Die Studierenden sind dadurch in der Lage, den prinzipiellen Aufbau von Motorsteuergeräten (ECUs) für die Verbrennungsmotorregelung und das Verbrennungsmotormanagement zu beschreiben und die Funktion der einzelnen Komponenten zu erläutern. Zudem können die Studierenden beschreiben, welche Funktionen innerhalb eines Motorsteuergeräts durch Software realisiert werden müssen. Sie können dabei die übergeordnete Softwarestruktur darstellen. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, elektronische Systeme im Kraftfahrzeug im Hinblick auf die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) korrekt zu entwickeln. Zudem können sie die Komponenten von Steuergeräten innerhalb eines Kraftfahrzeugs funktional beurteilen und ihre Bewertung wissenschaftlich fundiert begründen. Sie können verschiedene Hybridtechnologien bezüglich ihrer Topologie und ihrer funktionalen Eigenschaften analysieren und bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen der Verbrennungsmotoren
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur oder eine mündliche Prüfung (in Abhängigkeit der Teilnehmerzahl).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger Professor als Juniorprofessor Dr.-Ing. Jakob Andert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-

Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Elektronik in mobilen Antrieben (401438701)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Elektronik in mobilen Antrieben	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Elektronik in mobilen Antrieben	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Numerische Methoden der Fluid-Struktur-Interaktion (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011693
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Think of a flag moving in the wind or blood flowing in arteries in order to get an idea off what fluid-structure-interaction (FSI) phenomena are. They are characterized by an interplay between deforming structure and a surrounding fluid. On the one hand, the structure deforms as a result of the load exerted by the flow field. On the other hand, this deformation effects the flow field so that the load on the structure changes. For the modeling and simulation of FSI phenomena, neither the fluid nor the solid can be viewed separately. This lecture focuses on the simulation of FSI ;phenomena. Strong and weak coupling of the two fields are discussed from a physical, mathematical, and implementational point of view. Essential viewpoints as interface tracking vs. interface capturing will be introduced. Stability issues will be discussed in all steps. Furthermore, methods for spatial coupling in case of non-matching interfaces will be presented. The lecture will include the discussion of recent developments, e.g., acceleration techniques for partitioned procedures.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Graduate students in the course will: • Become familiar with different aspects of solution methods for FSI problems: – Needed modifications in governing equations for fluid and structural mechanics, – monolithic vs. partioned approaches, – strong vs. weak coupling methods, – matching vs. non-matching interface discretizations – and different mesh deformation methods. • Program their own small code examples as a means of gaining experience with the method. Fertigkeiten und Kompetenzen: The students learn all the essential parts for setting up and solving an FSI problem. Starting with the derivation of the equations to be solved from the point of view of continuum mechanics, through the application of known numerical methods to solve the overall problem, to becoming familiar with the challenges that arise in the simulation. On the one hand, they learn how to apply their knowledge to solve the surface-coupled problem; on the other hand, many of the solution strategies presented can be applied to other areas of computational mechanics, such as volume-coupled problems. While in the lecture the focus is on the theoretical background, in the exercise the students are guided to solve a specific problem. They are to implement the presented methods in code by implementing the essential parts of a ;partitioned solver. In the homework, the code is to be integrated into existing single-field solvers for fluid-structure interaction and a coupling tool. Finally, the students shall apply this solver to a concrete FSI problem. The problem will be used to gain insights into the critical challenges in solving FSI problems, e.g. the additional mass effect.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Basic understanding of fluid, structural dynamics or continuum mechancics. Basic knowledge of numerical methods. Basic programming skills.

Literatur	[1] Bazilevs, Yuri, Kenji Takizawa, and Tayfun E. Tezduyar. Computational fluid-structure interaction: methods and applications. John Wiley &; Sons, 2013. [2] Förster, Ch, Wolfgang A. Wall, and Ekkehard Ramm. "On the geometric conservation law in transient flow calculations on deforming domains." International Journal for Numerical Methods in Fluids 50.12 (2006) [3] Felippa, C. A., Park, K. C., &; Farhat, C. (2001). Partitioned analysis of coupled mechanical systems. Computer methods in applied mechanics and Engineering, 190(24-25), 3247-3270. Empfohlene weiterführende Literatur: [1] Oden, T.J. (2008), Short course on Nonlinear Continuum Mechanics [2] de Boer, A., van Zuijlen, A. H., &; Bijl, H. (2008). Comparison of conservative and consistent approaches for the coupling of non-matching meshes. [3] Lesoinne, M&; C Farhat. "Geometric conservation laws for flow problems with moving boundaries"
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung. Bonuspunkteregelung: Es werden vier Hausaufgaben gestellt, die alleine bearbeitet werden müssen. Für jede korrekte Hausaufgabe ist es möglich einen Notensprung in der mündlichen Prüfung zu erlangen. Maximal können jedoch nur 2 Notensprünge erreicht werden. Die Prüfung muss ohne Bonus bestanden werden. Der Bonus ist für 2 Semester gültig.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Ph. D. Marek Behr, Dr.-Ing. Norbert Hosters
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Numerische Methoden der Fluid-Struktur-Interaktion (401169301)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Numerische Methoden der Fluid-Struktur-Interaktion	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning (Wahlpflichtfach)
Kennung	4028624
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2023
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The use of machine learning and artificial intelligence has a huge potential for building future engineering systems such as autonomous robots, vehicles, or smart infra-structure systems. This is an interdisciplinary seminar offered in mechanical engineering and computer science due to the interdisciplinary nature of the topic. In addition to the challenges of designing ML and Al systems, it is critical to analyze the mathematical properties of these algorithms. This seminar will focus on some of the underlying mathematics of modern methods. The number of places for this seminar is limited.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: You will leam about topics of current research in machine learning and focus on the underlying mathematical concepts. Many modern machine learning methods are readily implemented and can be used rather straightforwardly on a given data set. However, often this yields poor results. Thus, it is important to understand how the algorithms work and what mathematical properties of the data are critical to ensure good performance. A prominent example is correlated data, which can have dramatic consequences for certain methods and be manageable for others. The amount and quality of data is also an important aspect that heavily influences the success of the leaming outcome. Fertigkeiten und Kompetenzen: You will prepare an assigned topic, familiarize with the mathematical details, and give a presentation to your peers. There will be theorems and proofs. You need to under-stand and reproduce the mathematical arguments, reasoning and rigor.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Prior knowledge in probability theory and machine learning is recommended.
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The attendance of the course is mandatory. Presentation (40%) and written report (60%).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. Sebastian Trimpe
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning (402862401)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar: Mathematical Concepts of Machine Learning	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Strömung in Turbomaschinen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011551
Version	V2_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2023
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	1 • Arten, Typen und Anwendungsgebiete von Strömungsmaschinen 2 • zweidimensionale Strömung in Turbomaschinen • Betrachtung zur reibungsfreien Gitterströmung 3 • Größen zur Beschreibung der Profil- und Gittergeometrie • Profilsystematik 4 • Gitterauslegung 5 • Verfahren für einen ersten Entwurf 6 • Auslegungsaspekte • Festigkeitsfragen • Thermische Auslegung 7 • Betrachtung zur reibungsbehafteten Gitterströmung • Transsonische Gitterströmung 8 • Zusammenwirken von Gittern und Stufen • Strömungsverluste 9 • Dreidimensional Strömung in Turbomaschinen • Charakteristisches Strömungsbild 10 • Sekundärströmungsphänomene 11 • 3-D Schaufelgitterinteraktion 12 • Rechenmodelle zur Erfassung dreidimensionaler Verluste 13 • Betriebsverhalten von Verdichtern und Turbinen 14 • Betriebsgrenzen 15

	• Betriebseinflüsse • Regelung von Verdichtern und Turbinen • An- und Abfahren, Laständerungen
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden können die Strömungsvorgänge in Turbomaschinen erklären und beurteilen. • Sie sind in der Lage, Profilformen für die verschiedenen Aufgabenstellungen auszulegen. • Sie sind in der Lage, aufgrund vorgegebener Randbedingungen das Betriebsverhalten zu analysieren und die Betriebsgrenzen von Turbomaschinen zu erkennen. • Die Studierenden kennen die Verlustentstehungsmechanismen und -formen in Turbomaschinen bzw. in Schaufelgittern. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Prä;sentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden können Probleme eigenständig erkennen und formulieren • Sie sind in der Lage, geeignete Lösungsmöglichkeiten zu entwickeln und gegenüberzustellen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Thermodynamik • Strömungsmechanik • Grundlagen der Turbomaschinen
Literatur	• Vorlesungsumdruck
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur Bonuspunktesystem: Durch erfolgreiches Bearbeiten der Zwischenprüfung können bis zu 10% Bonuspunkte bezogen auf die reguläre Klausur erreicht werden. Auch ohne diese Bonuspunkte können in der regulären Klausur 100 % der Punkte erreicht werden. Die Notenverteilung wird ausschließlich anhand der Ergebnisse aus der regulären Klausur festgelegt.Hat ein Studierender auf Basis dieser Notenverteilung die Klausur mit mindestens 4.0 bestanden, so werden ihm seine in der Zwischenprüfung erreichten Bonuspunkte angerechnet. Aus der Summe der Klausur- und Bonuspunkte ergibt sich nach der zuvor festgelegten Notenverteilung die Endnote. Jeder Studierende hat auch ohne Teilnahme an der Zwischenprüfung die Möglichkeit, das Modul mit einer 1.0 abzuschließen. Die Bonuspunkte gelten für das Semester, in dem die Zwischenprüfung durchgeführt wurde und das darauffolgende Semester. Im Semester, in dem die Zwischenprüfung angeboten wird, verfallen Bonuspunkte aus dem vorherigen Jahr.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Peter Jeschke
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Strömung in Turbomaschinen (401155101)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Strömung in Turbomaschinen	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Vorlesung Strömung in Turbomaschinen	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Data Mining im Umfeld technischer Prozesse (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212842
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Definition Data Mining, erstes Anwendungsbeispiel • Datenbanktechniken und Data Warehouse • Grafische Datenanalyse 2 • Datenvorverarbeitung • Datenaggregation und Merkmalberechnung • Behandlung der Datenstichprobe 3 • einfache statistische Abhängigkeitsanalyse • Komplexere Methoden der Abhängigkeitsanalyse, Teil 1: • Diskiminanzanalyse • Entwscheidungsbaumverfahren 4 • Komplexere Methoden der Abhängigkeitsanalyse, Teil 2: • Neuronale Techniken • Genetische Algorithmen 5 • Methoden der datenbasierten Modellbildung, Teil 1: • Klassifikation und Regression • Statistische Methoden 6 • Methoden der datenbasierten Modellbildung, Teil 2: • Neuronale Methoden • Anwendungsbeispiele, Softwarewerkzeuge 7 • Zusammenfassende Übung zu folgenden Themen: • Datenvorverarbeitung • grafische Datenanalyse • Abhängigkeitsanalyse • Modellbildung Der Lehrumfang von 21 Zeitstunden wird auf 7 Veranstaltungen a 3 Zeitstunden aufgeiteilt. Die Veranstaltung findet vierzehn-tägig statt. In der ersten Woche ist nur Vorlesung. In den Wochen 2 bis 6 schließt sich eine 90 minütige Übung an die 90 minütige Vorlesung an. In der 7. Woche findet eine zusammenfassende Übung statt, die den gesamten Stoff noch einmal kompakt wiederholt und vertieft.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden kennen und verstehen Gegenstand und Anwendungsfelder des Data Mining im Umfeld technischer Prozesse. • Sie kennen die Schritte des Data Mining und deren Bedeutung und können gegebene Problemstellungen der Automatisierungstechnik in eine Data Mining Aufgabenstellung umsetzen.

	• Den Studierenden sind Grundlagen und wesentliche Eigenschaften auisgewählter Methoden der grafischen Datenanalyse, der Datenvorverarbeitung, der Abhängigkeitsanalyse und der datenbasierten Modellbildung bekannt und sie sind fähig, diese Methoden zu erklären. • Die Studierenden können die obigen Methoden auf gegebene Aufgabenstellungen anwenden. • Sie sind in der Lage die Ergebnisse der Anwendung einzelner Verfahren zu bewerten sowie die Ergebnisse unterschiedlicher Verfahren zu vergleichen. Hieraus können sie Konsequenzen für eine verbesserte Vorgehensweise ableiten. • Die Studierenden können die Erfolgsaussichten des Einsatzes von Methoden des Data Mining für eine gegebene Aufgabenstellung beurteilen und entscheiden, ob notwendiger Aufwand und zu erwartender Nutzen in Relation stehen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studierenden werden über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten, diese zu bewerten und praktisch zu erproben. (Methodenkompetenz) • Die Arbeit in den Übungen erfolgt in Kleingruppen, so dass kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit).
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen der Mathematik und Statistik Grundlagen der Informatik Empfohlene Voraussetzungen: Grundlagen der Datenbanktechniken
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundlagen der Datenbanktechniken
Literatur	• Skript zur Vorlesung • Übungsunterlagen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Bewertung anhand des Prüfungsergebnisses (100% der Modulnote); mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Tobias Kleinert Honorarprofessor Dr.-Ing. Harald Peters
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Data Mining im Umfeld technischer Prozesse (521284201)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Data Mining im Umfeld technischer Prozesse	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Entwicklungsaufgaben in der Werkstoffoptimierung, Bauteilgestaltung und Prozessplanung (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212935
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Darstellung der Entwicklungskette in der Bauteilentwicklung. Prototypenherstellung. • Moderne Methoden der Bauteilkontrolle. • Simulation gießtechnischer Prozesse zur Prozessoptimierung und Bauteilentwicklung: Gießsysteme, Formbelastung, Strömung in Gießformen, Formstoffverdichtung, Gefügebildung in Gusswerkstoffen. • Entwicklung anforderungsgerechter Legierungen unter produktionsnahen Randbedingungen. • Optimierter Leichtbau durch Einsatz leichter und hochfester Gusswerkstoffe. • Verminderung von Werkstoff- und Bauteildefekten in der Fertigung. • Wechselwirkungen auf die Qualität in Prozessketten. • Einführung in die Betriebsfestigkeit und Lebensdauer¬vorhersage; Übertragbarkeit zyklischer Kennwerte von Proben auf Bauteile. • Toleranzen. • Entwicklungsaufgaben und Projekte aus der Automobilindustrie und dem Maschinenbau.
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Die Studierenden werden in die Lage versetzt Optimierungs- und Entwicklungspotentiale von gießereitechnischen Fertigungsprozessen und Werkstoffen zu erkennen und sich damit einen wesentlichen Aspekt des späteren Tätigkeitsfeldes zu eigen zu machen. **Anwenden / Analyse** Parallel zum Einsatz empirischer Methoden werden die Studierenden dazu befähigt, die numerische Simulation gießtechnischer Prozesse als Optimierungswerkzeug zu nutzen. In Übungen und in einem Praktikum werden an vorgegebenen und eigenen Entwürfen realer Bauteile des Automobilsektors konstruktions- und gießspezifische Aspekte erarbeitet. **Synthese / Beurteilen** Abschließend werden in einer kritischen Bewertung die Möglichkeiten und Grenzen empirischer und simulationsgestützter Methoden in einem Fachseminar zusammengeführt. Fehler und Defekte werden als typische Begleiter technischer Prozesse verstanden und deren Minimierung erarbeitet.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Scriptum und Handouts • D. M. Stefanescu: Science and Engineering of Casting Solidification, Kluwer Academic, New York, 2002. • ASM Handbooks
Sprache	Deutsch

Prüfungsbedingungen	Klausur gewichtet 100% und/oder mündliche Prüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben Voraussetzung für die Zulassung zur Klausur : erfolgreiche Absolvierung des Praktikums (Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung/Praktikum - Entwicklungsaufgaben in Werkstoffopt., Bauteilgestaltung, Prozesspl. (521293502)	1. Semester	2. Semester	0	4
Klausur/mündl. Prüfung - Entwicklungsaufgaben in Werkstoffopt., Bauteilgestaltung, Prozesspl. (521293501)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung - Entwicklungsaufgaben in Werkstoffopt., Bauteilgestaltung, Prozesspl.	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Grundlagen Prozesse (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212759
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	-
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur ,Gewichtung: 100%
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Grundlagen Prozesse (521275901)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Grundlagen Prozesse	1. Semester	2. Semester	-	3
Vorlesung Grundlagen Prozesse	1. Semester	2. Semester	-	4

Modultitel	Prozesstechnik der Gießverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212904
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Technologie der Dauerformgießverfahren: Kokillenguss, Druckguss, Niederdruckguss, Trennmittel, Schlichte • Technologie der Sandgießverfahren: Grundlagen der Formstoffe, Verdichtungsverfahren, Kernherstellung, Formstoffaufbereitung und –regenerierung • Feinguss, Vollformgießen, innovative Gießverfahren. • Verfahrensbewertung für Großguss-, Einzel- und Großserienfertigung • Schmelz-, Warmhalte- und Vergießeinrichtungen • Prozessmetallurgie, Wärmehaushalt und Energiebilanz in Gießprozessen, Anschnitt- und Speisertechnik • Mess- und Sensortechnik, Prozesskontrolle, Prozessketten, Qualitätssicherung, Gussteilnachbearbeitung • Produkt- und Anlagenbeispiele
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Die Studierenden erlernen detaillierte Charakteristika der Gießverfahren, der Prozessparameter und Prozesseigenschaften. **Anwenden / Analyse** Dies befähigt sie Prozessauslegungskriterien zu reflektieren und umzusetzen. Die hauptsächlichen Form- und Gießverfahren sowie die Gestaltung von Gießsystemen werden in Übungen und Praktika eigenständig erarbeitet. **Synthese / Beurteilen** Kenntnisse über Prozessmetallurgie, qualitätssichernde Kenngrößen sowie Mess- und Prüfverfahren befähigen die Studierenden, die wesentlichen Einflussgrößen bewertend zu interpretieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Scriptum und Handouts • E. Brunhuber: Praxis der Druckgussfertigung; Fachverlag Schiele &; Schön. GmbH, Berlin, 1991. • E. Flemming, W. Tilch: Formstoffe und Formverfahren, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig Stuttgart, 1993. • ASM Handbooks
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur gewichtet 100% und/oder mündliche Prüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben Voraussetzung für die Zulassung zur Klausur : erfolgreiche Absolvierung des Praktikums (Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum)

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantwortlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Andreas Bührig-Polaczek
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung/Praktikum - Prozesstechnik der Gießverfahren (521290402)	1. Semester	2. Semester	0	4
Klausur/mündl. Prüfung - Prozesstechnik der Gießverfahren (521290401)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung - Prozesstechnik der Gießverfahren	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Einführung in die Optimierung (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212838
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung, Begrifflichkeit, Beispiele 2 • Minimierung einer nichtlin. Funktion mit einer unabhängigen Variablen 3 • Minimierung einer nichtlin. Funktion mit einer unabhängigen Variablen 4 • Minimierung einer nichtlin. Funktion mit mehreren unabhängigen Variablen ohne Nebenbedingung 5 • Minimierung einer nichtlin. Funktion mit mehreren unabhängigen Variablen ohne Nebenbedingung 6 • Minimierung unter Gleichungsnebenbedingungen 7 • Lineare Programmierung 8 • Lineare Programmierung 9 • Lösung kombinatorischer Optimierungsaufgaben, diskrete Optimierung. 10 • Branche and Bound 11 • Genetische Algorithmen 12 • Extremwerte von Funktionalen (Einführung in die Problemstellung) 13 • Optimierung dynamischer Übergänge (Einführung in die Problemstellung) 14 • Reserve / Klausurübung 15 • Klausurübung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen:

	• Die Studierenden besitzen eine Übersicht über die verschiedenen Aufgabenstellungen der Optimierung. • Die wichtigsten Optimierungsmethoden sind ihnen bekannt. Sie sind in der Lage eine technische Optimierungsaufgabe zu analysieren und so zu formulieren, dass sie dem Algorithmus der ausgewählten Lösungsmethode zugänglich wird. • Sie wissen wie die Algorithmen der Optimierungsmethoden prinzipiell arbeiten. Sie kennen die damit verbundenen informatorischen und numerischen Probleme und sind fähig, den Aufwand einer Optimierung abzuschätzen und das Ergebnis zu beurteilen. Sie sind jedoch keine Speziallisten für ein bestimmtes Optimierungsverfahren. • Sie kennen typische Optimierungsaufgaben aus dem Bereich der industriellen Produktion und können die erlernten Verfahren an einfachen Beispielen praktisch anwenden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Skript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Bewertung anhand des Prüfungsergebnisses (100% der Modulnote); schriftliche oder mündliche Prüfung; Prüfungsform wird zum Start des Semesters bekannt gegeben
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantwortlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Tobias Kleinert
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Einführung in die Optimierung (521283801)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Einführung in die Optimierung	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Praktikum Prozessautomatisierung (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212848
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studierenden sind in der Lage eine komplexe Prozessführungsaufgabe selbständig zu lösen. Die Lösung umfasst den Aufbau der Anlagenautomatisierung, die Auslegung und Umsetzung der Sicherungsfunktionen, die Spezifikation des Prozessablaufs mit der Erstellung der Ausführungsvorschrift, die Implementierung des Produktionsauftrags. • Sie haben anhand eines Beispiels aus dem Performance Monitoring geübt wie man das erlernte Überwachungs- und Diagnosekonzept mit den Mitteln der Automatisierungstechnik umsetzt. • Sie haben die Konzepte und Programmiersprachen der industriellen Leitsysteme kennengelernt und ihre praktische Anwendung geübt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlen: Einführung in die Prozessleittechnik
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Unbenotet; Teilnahme am Praktikum und ein Bericht
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Tobias Kleinert
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	30,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Praktikum Prozessautomatisierung (521284801)	2. Semester	1. Semester	2	2

Modultitel	Referenzmodelle der Leittechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212843
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Einführung, Strukturgesetze 2 • Metamodelle als Sprachbasis 3 • Das Führungsmodell 4 • Rezeptsysteme, Ausführungsvorschriften 5 • Anlagenlogistik, Produktionsplanung 6 • Produkt- und Objektidentifikation und Verfolgung, Life-Cycle-Modelle 7 • Integration der operativen Leittechnik in das Unternehmensmodell (IEC 62264) 8 • Plant Asset Management 9 • Performance Monitoring 10 • Automatisierung der Automatisierung 11 • Servicearchitekturen, Agentensysteme, 12 • Realisierungsstrukturen, Funktionale Integrität,
Lernziele/Lernergebnisse	• Die Studierenden haben eine Übersicht über die Aufgaben und Funktionen der Prozess-, der Betriebs- und der Produktionsleitebene. • Sie wissen wie man mit modellgetriebenen Ansätzen umgeht. • Sie kennen die grundlegenden Referenzmodelle der Leittechnik. Sie sind insbesondere vertraut mit dem Systemaufbaumodell, dem Führungsmodell, dem Betriebsmittel- und Maßnahmenmodell, dem Melde- und Alarmmodell, dem Diagnosemodell und dem Life-Cycle-Modell. • Sie sind mit den durch Normierung oder defakto-Standards festgelegten Infrastrukturmodellen vertraut. • Sie wissen wie man formale Modellierungstechniken der Informatik auf diese Problemstellungen anwendet. • Sie haben eine Vorstellung von den Potenzialen innovativer Ansätze für die Prozessleittechnik (wie z.B. P2P-Systeme, Agentensysteme, Selbstorganisation, Komponentenarchitekturen).

	• Sie sind in der Lage Lösungen für konkrete Aufgabenstellungen mit Hilfe dieser Modellansätze zu formulieren. • Sie wissen wie man diese Lösungen im betrieblichen Umfeld realisiert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Skript, Normen, Arbeitsunterlagen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Bewertung anhand des Prüfungsergebnisses (100% der Modulnote); schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Tobias Kleinert
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	45,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Referenzmodelle der Leittechnik (521284301)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Referenzmodelle der Leittechnik	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Planung und Wirtschaftlichkeit metallurgischer Anlagen (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212928
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Aufstellung eines Businessplanes, Einblicke in Vertriebs/Marketingaufgaben (z.B. Marktanalyse, Datenerfassung), Scale Up/ Dimensionslose Kennzahlen, Projektplanung, Wirtschaftlichkeit, Apparateauslegung, Standortfragen, Angebot/Vertrag, Genehmigungsverfahren, Qualitätsmanagement, Risikoanalyse
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Mit Abschluss dieses Moduls erlangen die Studenten eine solide Grundlage zur Planung und Errichtung von metallurgischen Anlagen. Diese sind zumeist aus vielen komplexen Teilprojekten aufgebaut, in denen verschiedenen Gewerke und Einrichtungen der Verfahrenstechnik zusammenwirken, um ein mit dem Gesamtprojekt angestrebtes Ziel zu erreichen. Es werden Themen behandelt bei denen technische Aspekte mit nicht-technischen eng verknüpft sind, beispielsweise mit kaufmännischen Gesichtspunkten (Wirtschaftlichkeit), mit Rechtsfragen (Genehmigungsverfahren), mit Risikoaspekten (risk assessment) oder Qualitätskriterien (Anlagenqualifikation). **Anwenden / Analyse** Anhand einer „Case Study“ wird das theoretisch erlernte praktisch umgesetzt. Einfache praktische Experimente sollen ein Gefühl geben, wie Prozessdaten ermittelt werden. **Synthese / Beurteilen** Die Studierenden werden befähigt, Prozesse zu bewerten und lösungsorientiert anzupassen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Erfolgreich bestandenes Praktikum als Zulassung zur Klausur. Das Praktikum ist dann erfolgreich absolviert, wenn das Gesamttestat erteilt worden ist.
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfehlung: Metallurgie und Recycling
Literatur	Vorlesungs- und Übungsskripte (z.T. Power-Point Folien) mit jeweils integrierten Schriftumsverzeichnissen über L2P erhältlich
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur gewichtet 100% und /oder mündl. Prüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Vranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. Die Klausur darf erst nach erfolgreichem Praktikumsabschluss geschrieben werden. Erfolgreich bestandenes Praktikum: Das Praktikum ist dann erfolgreich absolviert, wenn das Gesamttestat erteilt worden ist.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher:

	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. (UA) Karl Bernhard Friedrich
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur/mündl. Prüfung - Planung und Wirtschaftlichkeit metallurgischer Anlagen (521292801)	2. Semester	1. Semester	7	0
Praktikum - "scale up" von Versuchsergebnissen (521292802)	2. Semester	1. Semester	0	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung - Planung und Wirtschaftlichkeit metallurgischer Anlagen "case study"	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung - Qualitäts- und Risk Management	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung - Planung und Wirtschaftlichkeit metallurgischer Anlagen	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Thermische Gewinnungsprozesse der Nichteisenmetalle (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212909
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Reaktionstechnik der wichtigsten Hochtemperaturprozesse zur Gewinnung/Darstellung von Nichteisenmetallen: Drehrohr- und Wirbelschichttechnik, Konverter mit Schlackenmetallurgie, aluminothermische Reduktion, Schmelzzyklon, moderne Badschmelzverfahren (ISA-smelt, TBRC, QSL) sowie Elektrolichtbogenofen, jeweils mit • Prozess bestimmenden Mechanismen und Prozessparametern • thermophysikalischen/thermochemischen Grundlagen • Anlagenprinzipien, Auslegung und scale up • Methoden zur Produktbewertung • Prozessbeispielen aus der NE-Metallurgie
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Die Studierenden kennen die entscheidenden „unit operations“ der Hochtemperaturmetallurgie für die Gewinnung von Nichteisenmetallen aus Primär- wie auch Recyclingrohstoffen. **Anwenden / Analyse** Die Studierenden sind in der Lage, Kriterien zur Auswahl geeigneter Reaktoren für eine gegebene metallurgische Aufgabenstellung festzulegen und ein „benchmark“ durchzuführen. **Synthese / Beurteilen** Sie erlangen Fähigkeiten zur quantitativen Entwicklung, Auslegung bzw. Analyse der Prozesse.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Metallurgie und Recycling, Heterogene Gleichgewichte
Literatur	Vorlesungs- und Übungsskripte mit jeweils integrierten Schrifttumsverzeichnissen über L2P erhältlich
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur gewichtet 100% und /oder mündliche Prüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. ; Die Klausur darf erst nach erfolgreichem Praktikumsabschluss geschrieben werden. Erfolgreich bestandenes Praktikum: Das Praktikum ist dann erfolgreich absolviert, wenn das Gesamttestat erteilt worden ist. Das Hauptvertiefungsmodul ist abgeschlossen, wenn zusätzlich zu den bestandenen Klausuren der Teilveranstaltungen „Thermische Raffinationsprozesse für Nichteisenmetalle“ und „Thermische Gewinnungsprozesse für Nichteisenmetalle“ eine erfolgreich bestandene mündliche Modulabschlussprüfung über beide Teilveranstaltungen abgelegt wurde.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dr. h. c. (UA) Karl Bernhard Friedrich
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktikum - Therm. Gewinnungsprozesse d. NE-Metalle (521290902)	1. Semester	2. Semester	0	3
Klausur/mündl. Prüfung - Therm. Gewinnungsprozesse d. NE-Metalle (521290901)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung - Therm. Gewinnungsprozesse d. NE-Metalle	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung - Therm. Gewinnungsprozesse d. NE-Metalle	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Prozess- und Werkstoffmodellierung (Wahlpflichtfach)
Kennung	5211656
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2007
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Teil MPIE Modellentwicklung, Modellierung metallkundlicher Vorgänge, analytische und statistische Modelle, Monte- Carlo-Methoden, zelluläre Automaten, Vertexmodelle, Molekulardynamik, Versetzungsdynamik, Taylormodelle selbstkonsistente Verformungsmodelle ; Teil GI VO: Herleitung der Erhaltungsgleichungen (Masse, Impuls, Enthalpie, Konzentration), Verallgemeinerte Erhaltungsgleichung, FD/CV-Diskretisierung, Implizit/Explizit, Up- wind/Hybridschema, staggered grid, SIMPLER-Verfahren, Gefügesimulation (Phasenfeld, zellulärer Automat, Volume Averaging), Firmenbesuch (Magma GmbH) UE: Einführung in den Umgang mit einer kommerziellen Software zur Simulation gießtechnischer Prozess (Geometrieeingabe, Netzgenerierung, Anfangs- und Randbedingungen, Materialdaten, Simulationsdurchführung, Ergebnisanalyse) PR: eigenständige Arbeiten zur Geometrieeingabe, Netzgenerierung, Simulation und Auswertung ; Teil IBF Aufgaben und Bedeutung der Modellierung, Erläuterung der FEM, Grundgleichungen, Fehlerquellen, Zielorientierte Modellierung von Umformprozessen, Modellierung der geometrischen und physikalischen Randbedingungen, Diskussion der Simulationsergebnisse, Sensibilitätsanalyse.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen / Verstehen Die Studierenden kennen verschiedene Modellierungsansätze. Sie können diese anwenden und auf werkstoffspezifische oder prozessbezogene Anwendungen übertragen. Anwenden / Analyse Die Studierenden sind in der Lage, Simulationen selbständig durchzuführen. Synthese / Beurteilen Ebenso sind sie fähig die Ergebnisse der Simulationen kritisch zu bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine Voraussetzungen
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Note ergibt sich zu 100% aus der Klausur. Voraussetzung zur Teilnahme an der ; Prüfung ist erfolgreich abgeschlossenes Praktikums.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher:

	Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher:
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	90
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Prozess- und Werkstoffmodellierung (521165601)	1. Semester	2. Semester	8	0
Praktikum Prozess- und Werkstoffmodellierung (521165602)	1. Semester	2. Semester	0	7

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Prozess- und Werkstoffmodellierung	1. Semester	2. Semester	-	-

Modultitel	Grundlagen und Lösungsverfahren der Umformtechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212839
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 Einführung • Allgemeine Einführung • Einordnung und Einteilung der Umformverfahren • Zielgrößen der Umformtechnik 2 Grundgrößen • Spannung • Formänderung • Formänderungsgeschwindigkeit 3 Grundgrößen • Formänderungsarbeit/ Formänderungsleistung • Fließspannung, Fließkurve 4 Randbedingungen • Kontinuitätsgleichung • Reibung • Wärmeübertragung • Ermittlung von Stoff- und Randgrößen 5 Grundgleichungen • Gleichgewichtsbedingungen • Fließbedingung, Fließkriterium • Fließgesetz, Fließregel • Vergleichsgrößen 6 Technologische Zielgrößen • Umformarbeit, Umformleistung • Umformkraft • Umformwiderstand • Umformwirkungsgrad • Temperatur • Formänderungsvermögen 7 Elementare Plastizitätstheorie • Grundlagen des Stauchens (Streifenmodell)

	• Grundlagen des Reckschmiedens (Streifenmodell) 8 • Grundlagen des Längs- und Flachwalzens (Streifenmodell) 9 • Grundlagen des (Durch-)Ziehens (Scheibenmodell) 10 • Grundlagen des Strangpressens (Scheibenmodell) 11 FEM- Anwendung • Grundlagen der FEM- Anwendung 12 • Nichtlinearitäten und Lösungsverfahren • Netzentartung und Remeshing • Kontakt und Reibung Grundlagen der Ähnlichkeitstheorie • Einführung in die Ähnlichkeitstheorie 13 • Herleitung von Modellen, Maßstäben und Kennzahlen • Zusammenstellung üblicher Kennzahlen • Ähnlichkeitsanalyse von Umformverfahren • Modellwerkstoffe und –technik 14 • Auswerteverfahren Visioplastizität • Gleitlinientheorie • Schrankenverfahren
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Kenntnisse: Die Studierenden kennen Möglichkeiten und Grenzen von umformtechnischen Lösungsverfahren einschließlich FEM und Ähnlichkeitstheorie • Verstehen: Studierende besitzen ein detailliertes Verständnis der Plastomechanik. • Anwendung und Analyse: Die Studierenden sind fähig zur Analyse der Grundprozesse der Umformtechnik, zur Wahl der geeigneten Lösungsmethode sowie zur Herleitung elementarer Zusammenhänge zur Beschreibung und Bewertung von Prozessen • Praxis: Im Praktikum lernen die Studierenden anhand von praxisorientieren Anwendungsfällen die Einsatzmöglichkeiten von FEM im Bereich der Umformtechnik. Dazu nutzen die Studierenden im Selbststudium CLiPS, eine webbasierte Anwendung zur Durchführung von FE-Simulationen. Begleitende Berichte und gegenseitige Peer-Reviews fördern dabei die Kompetenzen im Bereich eigenständiger Forschung.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Einführung in die Umformtechnik oder gleichwertige Veranstaltung Grundlagen der technischen Mechanik
(empfohlene) Voraussetzungen	Einführung in die Umformtechnik oder gleichwertige VeranstaltungGrundlagen der technischen Mechanik
Literatur	• Kopp, Wiegels: Einführung in die Umformtechnik • Lange: Handbuch der Umformtechnik, Band 1-4
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur, Teilnahme an der Klausur nur nach erfolgreicher Absolvierung des Praktikums möglich ;; (Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum)

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer M. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Gerhard Hirt
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Grundlagen und Lösungsverfahren der Umformtechnik (521283901)	1. Semester	2. Semester	7	0
Praktikum - Grundlagen und Lösungsverfahren in der Umformtechnik (521283902)	1. Semester	2. Semester	0	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Grundlagen und Lösungsverfahren der Umformtechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Grundlagen und Lösungsverfahren der Umformtechnik	1. Semester	2. Semester	-	5

Modultitel	Modellierung von Umformprozessen (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212932
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Aufgaben und Bedeutung der Modellierung, Erläuterung der FEM, Grundgleichungen, Fehlerquellen, Zielorientierte Modellierung von Umformprozessen, Modellierung der geometrischen und physikalischen Randbedingungen, Diskussion der Simulationsergebnisse, Sensibilitätsanalyse
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Die Studierenden kennen und verstehen die detaillierten Grundlagen der numerischen Simulation. **Anwenden / Analyse** Die Studierenden sind in der Lage anhand von umformtechnischen Aufgabenstellungen aus der umformtechnischen Praxis numerische Modelle aufzubauen. **Synthese / Beurteilen** Die Studierenden können Einflussgrößen und Ergebnisse der Berechnungen bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfehlungen: Werkstoffverarbeitung Umformen aus dem zugehörigen Bachelor oder gleichwertige Veranstaltung
Literatur	• Bathe: Finite Elemente Methoden, Springer Verlag • Wriggers: nichtlineare Finite Elemente Methoden, Springer Verlag • Kopp, Wiegels: Einführung in die Umformtechnik • Lange: Handbuch der Umformtechnik, Band 1-4
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur und/ oder mündl. Prüfung Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. Teilnahme an der Klausur nur nach erfolgreicher Absolvierung des Praktikums möglich (Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Gerhard Hirt
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktikum - Modellierung von Umformprozessen (521293202)	1. Semester	2. Semester	0	7
Klausur/mündl. Prüfung - Modellierung von Umformprozessen (521293201)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
V/Ü - Modellierung von Umformprozessen	1. Semester	2. Semester	-	-

Modultitel	Anlagentechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212939
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Lichtbogenofentechnik; Anlagen zur Wärmebehandlung (diskontinuierlich, kontinuierlich, ohne/mit Änderung chemischer Eigenschaften); Öfen für die Anwendung in bestimmten Produktionsbereichen (Stahl, Al, Glas,…); rationeller Energieeinsatz und Umwelttechnik
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen / Verstehen Studierende lernen und verstehen die Grundlagen der Anlagentechnik. Anwenden / Analyse Die Studierenden sind in der Lage, Industrieöfen die i. W. konvektionsbestimmt sind, zu berechnen. Synthese / Beurteilen Anhand ihrer Berechnungen können sie die Öfen bewerten und für industrielle Fragestellungen auswählen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine Voraussetzungen für die Zulassung zum Modul
Literatur	Skripte
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Bewertung anhand des Prüfungsergebnisses (Klausur oder mündliche Prüfung, 100% der Modulnote), Anwensenheitspflicht im zugehörigen Praktikum
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Herbert Pfeifer
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktikum - Anlagentechnik (521239302)	1. Semester	2. Semester	0	3
Klausur/mündl. Prüfung - Anlagentechnik (521293901)	1. Semester	2. Semester	8	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung - Anlagentechnik	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung - Anlagentechnik	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Berechnung und Auslegung von Industrieöfen (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212722
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Prinzipien der Wärmeübertragung; Erhaltungsgleichungen (Masse, Impuls, Energie); Turbulenzmodellierung; Grenzschichten (Geschwindigkeit, Temperatur, Konzentration); Freistrahlen (Brenner, Kühlstrecken); Transportphänomene bei umströmten Körpern (Kugel, Zylinder, Platte); Transportphänomene bei durchströmten Körpern (z. B. Rohre); numerische Verfahren (CFD)
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sind in der Lage Industrieöfen mit i. W. konvektiv dominiertem Wärmeübergang auszulegen und zu berechnen sowie zu bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine Voraussetzungen für die Zulassung zum Modul
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Bewertung anhand des Prüfungsergebnisses (Klausur oder mündliche Prüfung, 100% der Modulnote), Anwensenheitspflicht im zugehörigen Praktikum
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher:Universitätsprofessor Dr.-Ing. Herbert Pfeifer
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur - Berechnung und Auslegung von Industrieöfen (521272201)	2. Semester	1. Semester	8	0
Praktikum - Berechnung und Auslegung von Industrieöfen (521272202)	2. Semester	1. Semester	0	3

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung - Berechnung und Auslegung von Industrieöfen	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Eisen- und Stahlmetallurgie (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212908
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Möllervorbereitung • Metallurgischer Koks • Thermodynamik und Kinetik der Fe-Metallurgie • Schlackensysteme • Hochofen: Aggregat, Prozess, Metallurgie • Direktreduktionsverfahren: Aggregat, Prozess, Metallurgie • Elektrolichtbogenofen: Aggregat, Prozess, Metallurgie • Energiehaushalt und Messtechnik der Prozessaggregate • Feuerfesttechnologie
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Die Studierenden kennen die wichtigsten Merkmale der anlagentechnischen Zusammenhänge der Prozessaggregate, die thermochemischen Eigenschaften der jeweiligen Zwischenprodukte und die kinetischen Prozessabläufe. **Anwenden / Analyse** Dies befähigt die Studierenden, Prozessabläufe zu verstehen und zu verbessern. Das theoretische Wissen wird durch Übungen und Praktika vertieft. Sie sollen Theorie und praktische Verfahrensanwendungen parallel beherrschen lernen. **Synthese / Beurteilen** Die Studierenden sind in der Lage, als Metallurge mit ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung in der Eisen- und Stahlindustrie, im Anlagenbau sowie in der Forschung tätig zu sein.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Erfolgreich bestandenes Praktikum als Zulassung zur Klausur. Das Praktikum ist dann erfolgreich absolviert, wenn das Gesamtestat erteilt worden ist
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• H.-W. Gudenau: Materialsammlung zum Praktikum Metallurgie, 5. Auflage, Institut für Eisenhüttenkunde, Aachen 2002 • H.-W. Gudenau und Mitarbeiter: Materialsammlung zum Praktikum Eisenhüttenmännische Verfahrenstechnik, Institut für Eisenhüttenkunde, Aachen 1989 • A. Babich, D. Senk, H. W. Gudenau, K. Th. Mavrommatis: Ironmaking: Textbook, Institut für Eisenhüttenkunde, Aachen 2008 • K.-H. Heinen: Elektrostahl-Erzeugung, Verlag Stahleisen, 4. Ausgabe 1997 • Martin G. Frohberg: Thermodynamik für Metallurgen und Werkstofftechniker, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie Leipzig, 1994 • L. von Bogdandy: Die physikalische Chemie der Eisen- und Stahlerzeugung, Verlag Stahleisen,1964 • L. Gmelin-Durrer: Metallurgie des Eisens: Bd. 5a/b, 7 a/b., 8. Auflage, Springer Verlag Berlin-Heidelberg, 1978 • F. Cappel, H. Wendeborn: Sintern von Eisenerzen, Verlag Stahleisen mbH, Düsseldorf 1973 • Vorlesungs-Hand-Out

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur gewichtet 100% und/oder mündliche Prüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. Teilnahme an der Klausur nur nach erfolgreicher Absolvierung des Praktikums möglich (Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Professor h. c. (CN) Dr.-Ing. Dr. h. c. (CZ) Dieter Georg Senk
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung/Praktikum - Eisen- und Stahlmetallurgie (521290802)	1. Semester	2. Semester	0	5
Klausur/mündl. Prüfung - Eisen- und Stahlmetallurgie (521290801)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung - Eisen- und Stahlmetallurgie	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Hochleistungskeramik (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212924
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Zweisemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Grundlagen der Bruchmechanik; Bruchfestigkeit von Keramiken: Einfluss von Fehlern, Belastungsarten, Weibull-Statistik; Bruchzähigkeit und R-Kurve: Rissüber-brückung, Prozesszonenmechanismus; Kinetische Ein-flüsse: unterkritisches Risswachstum, mechanische Be-schreibung des Sinterns; Kontaktbelastung; Prüfverfahren. • Gefügevarianten von Verbundwerkstoffen, Mischungsre-geln zur Beschreibung der integralen Eigenschaften; bruchmechanische Grundlagen der Dispersions- und Fa-serverstärkung; Raumtemperatur- und Hochtemperaturei-genschaften; keramische Dispersionswerkstoffe: Herstel-lung, Eigenschaften, Anwendungen; faserverstärkte Ke-ramiken: Faserherstellung (Kurzfasern, Langfasern), Mat-rixsysteme, P/M-Methoden, Infiltrationsverfahren (Flüs-sigsilizierung, Gasinfiltrationsverfahren, Polymerinfiltration und Pyrolyse); Anwendungen. Keramische Verbundwerk-stoffe mit metallischen Komponenten (Hartmetalle, Cer-mets, Metcers), Herstellung über pulvermetallurgische Methoden, In-situ-Reaktionsverfahren, RBAO, Lanxide, Dimox, ternäre Boride, MAX-Phasen), Gradientenwerk-stoffe. • Elektrokeramiken: Keramische Isolatoren, Elektronenleiter, NTC/PTC, Supraleiter, Piezokeramiken, Ionenleiter; Brennstoff- und Elektrolysezellen; Gastrennmembrane; Wärmedämmschichten; Batterieanwendungen; Herstel-lungsmethoden, Bauteilcharakteristika. • Thermodynamische und kinetische Grundlagen. Flüssig-keitskorrosion, Schmelzkorrosion, Verschlackung, Gaskor-rosion, Salzschmelzkorrosion, Passivierung, thermodyna-mische Simulation, Fallbeispiele aus der Technik • Praktikumsversuche zur Herstellung von Hochleistungske-ramik/Verbundwerkstoffen, Prüfung mechanischer und/ oder elektrischer Eigenschaften, Anwendung der Weibull-Statistik, Interpretation der Messergebnisse
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Die Kenntnis der Wechselwirkung zwischen Kristallstruktur, Gefüge und Materialeigenschaften der Hochleistungskeramiken sind vertieft verstanden. **Anwenden / Analyse** Anhand spezifischer Beispiele können die physikalischen, chemischen und thermomechanischen Einsatzgebiete und Anwendungsgrenzen abgeleitet werden. **Synthese / Beurteilen** Die Fähigkeit zur problemorientierten Werkstoffauswahl und zur Schadensanalytik ist gefestigt.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum Voraussetzung für die Klausur.
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Umdrucke; Salmang, H., Scholze, H., Keramik, Springer, 7.Auflage 2006. • Richerson, D.W., Modern Ceramic Engineering, • Marcel Dekker, New York 1992; Czichos, H.; Habig, K.-H., Tribologie-Handbuch - Reibung und Verschleiß, Vieweg (2003)

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur gewichtet 100% (120 Min.) und /oder mündliche Prüfung Die Prüfungsform wird zu Beginn der Vranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. Teilnahme an der Klausur nur nach erfolgreicher Absolvierung des Praktikums möglich (Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Rainer Telle
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktikum - Hochleistungskeramik (521292402)	2. Semester	1. Semester	0	1
Klausur/mündl. Prüfung - Hochleistungskeramik (521292401)	2. Semester	1. Semester	7	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung - Bruchmechanik, Verstärkung und Prüfung von Sonderkeramik	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung - Keramische Verbundwerkstoffe (Option 2)	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung - Korrosion	2. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung - Keramische Werkstoffe für die Energietechnik (Option 1, falls nicht bereit in einem anderen Vertieferfach belegt)	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Lasermesstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011691
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Einführung in die Lasermesstechnik: Grundlagen, Anwendungen, Markt, Entwicklungstrends 2. Eigenschaften der Laserstrahlung: elektromagnetische Welle, Strahlparameter, Bestrahlungsstärke, Phase, Ausbreitung, Wellenlänge, Polarisation, Beugung, Kohärenz, Vergleich Laserstrahlung - thermisches Licht, Gaußscher Strahl 3. Wechselwirkung Laserstrahlung - Materie: Teilchencharakter, Reflexion, Brechung, Absorption; Lichtstreuung - Rayleigh, Mie, Raman; Frequenzverdopplung, Doppler-Effekt 4. Strahlformung und -führung: optische Elemente zur Strahlmodulation, Strahlablenkung und -teilung, Veränderung der Polarisation, Modulation der Intensität, Wellenlängenmodulation, Phasenschiebung, Ausbreitung Gaußscher Strahlen, optische Fasern 5. Detektion elektromagnetischer Strahlung: thermische Detektoren, photoelektrische Detektoren, Halbleiterdetektoren, ortsauflösende Detektoren, Messung von Detektorsignalen 6. Laser-Interferometrie: Grundlagen, Superpositionsprinzip und komplexe Schreibweise, Abstandsmessungen mit Laser-Interferometer, Polarisationsinterferometer, Doppelfrequenzinterferometer, Wellenlänge als Längenmaßstab, Messbereich und -genauigkeit, Winkelmessung, Geradheitsmessung, Twyman-Green-Interferometer, Anwendungsbeispiele 7. Holografische Interferometrie: Prinzip der Holografie und holografischen Interferometrie, Doppelbelichtungsverfahren, Echtzeitverfahren, Empfindlichkeitsvektor, Objekttranslation und -rotation, Phasenshiftverfahren, Messaufbau, Anwendungsbeispiele 8. Speckle-Messtechnik: Entstehung von Speckles, Speckle-Fotografie, abbildende Speckle-Fotografie, unfokussierte Speckle-Fotografie, Speckle-Interferometrie, Zeitmittelungsverfahren, Anwendungsbeispiele 9. Laser-Triangulation: Prinzip, Scheimpflug-Bedingung, Kennlinie eines Triangulationssensors, Einflussgrößen bei der Laser-Triangulation, Strahlverlauf, Eigenschaften der Objektoberfläche, Detektor und Signalauswertung, atmosphärische Einflüsse, Konturmessung, Anwendungsbeispiele 10. Laser-Doppler-Verfahren: Doppler-Effekt, Laser-Vibrometer, Laser-Doppler-Anemometer, Signalverarbeitung, Messbereich, Anwendungsbeispiele 11. Optische Kohärenztomographie (OCT): Time-Domain OCT, Fourier-Domain OCT, Signalauswertung, Auflösung und Messbereich, Anwendungsbeispiele 12. Laser-Spektroskopie I: Laser-Emissionsspektroskopie (LlBS), Verdampfung und Plasmabildung, zeitaufgelöste Spektroskopie, Spektrenauswertung, Messbereich, Anwendungsbeispiele 13. Laser-Spektroskopie II: Laser-induzierte Fluoreszenz (LIF), Light Detection and Ranging (LIDAR), differentielles Absorptions-LiDAR, Signalverarbeitung, Messbereich, Anwendungsbeispiele; Coherent Anti-Stokes Raman Spectroscopy (CARS), Messbereich, Anwendungsbeispiele 14. Laser, Laseranlagen, Begriffe, Sicherheit - Normen und Regelwerke
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Die Studenten kennen die maßgeblichen Grundlagen für Lasermessverfahren: Eigenschaften der Laserstrahlung, Wechselwirkung Laserstrahlung mit Materie, Strahlformung und -führung sowie Detektion elektromagnetischer Strahlung. • Die Studenten können selbstständig Berechnungen zu Strahlformung, Interferenzerscheinungen, Beugungsphänomenen, Kohärenzeigenschaften, Reflexion und Brechung, Lichtstreuung, Polarisation, Ausbreitung Gaußscher Strahlen, optische Fasern, Detektion von Laserstrahlung sowie Sicherheit von Laserstrahlung durchführen. • Sie sind mit den Grundprinzipien und Eigenschaften der Lasermessverfahren vertraut: Interferometrie, Holografie, Speckle-Messtechnik, Laser-Triangulation, Laser-Dopplerverfahren, optische Kohärenztomographie, Laser-Spektroskopie. • Sie kennen die etablierten Einsatzgebiete und die Potentiale der Lasermesstechnik in der Produktionstechnik sowie in Forschung- und Entwicklung.

	Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): • Die Studenten sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu erörtern und selbstständig zu lösen, diese Lösungen zu präsentieren und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	• Skript • A. Donges, R. Noll: Lasermesstechnik - Grundlagen und Anwendungen, Hüthig-Verlag (Neuauflage in engl. 2013, Springer-Verlag)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• 1 Klausur oder • 1 mündliche Prüfung Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder der Note der mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Reinhard Noll
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Lasermesstechnik (401169101)	1. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Lasermesstechnik	1. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Lasermesstechnik	1. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Nonlinear Finite Element Methods for Solids (Wahlpflichtfach)
Kennung	3013261
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1. Introduction: Course outline, Historical review, Overview of current research topics 2. Mechanics of a nonlinear 1D bar: Equilibrium, kinematics and material modeling, Strong form and weak form 3. FE formulation of the 1D bar: FE discrezation and interpolation, Derivation of FE arrays, Newton-Raphson iteration 4. 1D FE code structuring: FE solution algorithm, Boundary conditions, Efficient coding 5. Elastoplasticity of a 1D bar: Elasto-plastic material behavior, Corresponding solution algorithms, FE implementation 6. Review of continuum mechanics: Tensor algebra and analysis, Kinematics and balance laws, Variational methods 7. Continuum constitutive theory: Hyperelasticity, Stress tensors and matrial tangent 8. 2D FE formualtions: FE discretization and interpolation, Derivation of the finite element arrays, Isoparametric concept, numerical quadrature 9. Consistent linearization: Derivation of the FE tangent matrices, Voigt notation 10. 2D FE code structuring: Solution algorithm, Efficient coding, Data management 11. Boundary conditions: Application of Direchlet and Neumann BC, Periodic BC 12. FE mesh generation: Basic mesh generation, Commercial mesh generation tools 13. Postprocessing: Stress smoothing, Data visualization 14. Error estimation: Convergence, Error measures 15. Advanced topics in nonlinear FEM: Adaptivity, FE^2, Isogemetric analysis
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: The Students • have clear knowledge of the foundations and methods of solid mechanics • understand the principles behind FE formulations for solids • can contruct FE formulations for given solid models • can implement these fomulations into FE codes • understand the difficulties and disadvantages of FE approaches
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " A course on Continuum Mechanics or Strength of Materials (Technische Mechanik II)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlen werden Kentnisse aus Continuum Mechanics oder Strength of Materials (Technische Mechanik II).
Literatur	• Wriggers, P.: Nonlinear Finite Element Methods, Springer, 2008 • Oden, J.T.: Finite Elements of Nonlinear Continua, Dover Ed., 2006 • Belytschko, T. et. al.: Nonlinear Finite Elements for Continua and Structures, Wiley, 2000
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Die Prüfung besteht aus einer benoteten mündlichen Prüfung und einer benoteten schriftlichen Ausarbeitung. Die Modulnote ergibt sich zu 50% aus der mündlichen Prüfung und zu 50 % aus der schriftlichen Ausarbeitung. Es gibt keine Voraussetzungen für die Teilnahme an der Prüfung.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortliche Fakultät 3Modellierungsteamverantwortlicher: Philipp Friedl M. A.Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. Roger A. SauerUniversitätsprofessor Marek Behr Ph. D.Universitätsprofessorin Dr.-Ing. Stefanie Reese
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündl. Prüfung Nonlinear Finite Element Methods for Solids (301326101)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Nonlinear Finite Element Methods for Solids	2. Semester	1. Semester	-	4

Modultitel	Mechanics of Forming Processes (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011512
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Course content: 1. Introduction to forming: common industrial metal forming processes and main challenges related to modelling 2. Review of continuum mechanics basics and tensor calculus, kinematic and balance relations 3. Constitutive models of plastic deformation and material properties 4. Boundary conditions: e.g. friction and lubrication, heat transfer, applied loading 5. Analytical methods in forming: e.g. Slab analysis, upper bound method, slip line field analysis 6. Numerical methods in forming: e.g. finite element method, finite difference method 7. Modelling of industrial forming processes demonstrated by examples 8. Ongoing research questions in metal forming 9. Case study e.g. high-speed forming
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge / Understanding Overall goal: After successfully completing this course, the student will have acquired the following learning outcomes: 1. Understand the theoretical backgrounds of forming processes and plasticity. 2. Know state-of-the-art metal forming processes such as sheet bending, cupping, drawing, hydroforming, detonation forming, spinning, rolling, closed die forging and extrusion. 3. Know analytical and numerical modelling techniques in forming (e.g. slab analysis, upper bound analysis, finite element method). 4. Understand the challenges of the modelling of forming processes and know the limitations of the modelling techniques (e.g. numerical instabilities) 5. Be aware of ongoing research questions in metal forming Abilities / Skills Students are able to: 1. Develop mechanical models for describing forming processes 2. Select the appropriate modelling technique for a given forming problem 3. Determine the right level of model complexity for efficient and reliable simulation 4. Determine load and motion requirements for forming machines/processes
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	It is advantageous to be familiar with the foundations of continuum mechanics
(empfohlene) Voraussetzungen	It is advantageous to be familiar with the foundations of continuum mechanics.
Literatur	Vorlesungsunterlagen William F. Hosford, Robert M. Caddell; Metal Forming, Mechanics and Metallurgy; Publisher: Cambridge University Press; 2007 G.W. Rowe, C.E.N. Sturges, P. Hartley, I. Pillinger; Finite-element plasticity and metalforming analysis; Publisher: Cambridge University Press; 2005 J. Lemaitre, J.L. Chaboche; Mechanics of Solid Materials; Cambridge University Press; 1994
Sprache	Englisch

Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche oder mündliche Prüfung (abhängig von der Teilnehmerzahl)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Mechanics of Forming Processes (401151201)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Mechanics of Forming Processes	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Mechanics of Forming Processes	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Materials Chemistry II (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212500
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Das chemische Gleichgewicht • Phasendiagramme • Die Eigenschaften von Mischungen • Statistische Thermodynamik • Die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen • Elastische Eigenschaften • Die Eigenschaften von Überflächen
Lernziele/Lernergebnisse	**Wissen / Verstehen** Den Studierenden wird durch vielfältige digitale Lernformate die Kompetenz vermittelt, Konzepte des chemischen Gleichgewichts, der statistischen Thermodynamik und der Eigenschaften von Phasendiagrammen selbstständig zu reproduzieren. Durch das kombinierte Lehrangebote von Vorlesung, Übung,und digitalen Lernfortschrittskontrollen mittels Dynexite werden Studierende befähigt, die Eigenschaften von Legierungen zu beschreiben und zu erläutern. **Anwenden / Analyse** Mit Hilfe der digitalen Ausrichtung der Lehrveranstaltung, wenden die Studierenden das in der Vorlesung vermittelte Wissen auf praxisnahe regelmäßige Übungs- und Dynexite-Aufgaben an. **Synthese / Beurteilen** Durch das Zusammenspiel von analogen und digitalen Lehrmethoden wird Studierenden die Fähigkeit vermittelt, thermodynamische und kinetische Eigenschaften von Materialien anwendungsnah zu beurteilen. Studierende können anhand dessen selbstständig die Auswahl geeigneter Werkstoffe für unterschiedliche Prozesse und Anforderungen vornehmen. ; ;
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	erfolgreiche Absolvierung des Praktikums Werkstoffchemie I
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine Voraussetzungen für die Zulassung zum Modul; empfohlen: Englischkenntnisse, Werkstoffchemie I
Literatur	Lehrbuch: P.W. Atkins, Physikalische Chemie
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur (englisch oder deutsch); darüber hinaus kann eine Verbesserung der Klausurnote durch Teilnahme an einer freiwilligen Lernfortschrittskontrolle erreicht werden. Werden in dieser 80% der Punkte erreicht, verbessert sich die Klausurnote um eine Notenstufe (also z.B. von 3,7 auf 3,3), bei Erreichen von 90% verbessert sich diese um zwei Notenstufen (also z.B. von 3,7 auf 3,0). Diese Verbesserung gilt nur für alle Klausuren, die innerhalb eines Jahres nach der Lernfortschrittskontrolle

	geschrieben werden und unter der Voraussetzung, dass die Klausur mit einer Note von 4,0 oder besser bewertet wird. Eine bessere Gesamtnote als 1,0 ist in jedem Fall ausgeschlossen.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Jochen Schneider Ph. D.
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Werkstoffchemie II - Klausur (521250001)	1. Semester	2. Semester	6	0
Materials Chemistry II - Lernfortschrittskontrolle (521250002)	1. Semester	2. Semester	0	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Materials Chemistry II - Übung englisch (Option 2)	1. Semester	2. Semester	-	2
Materials Chemistry II - Vorlesung	1. Semester	2. Semester	-	4
Materials Chemistry II - Übung deutsch (Option 1)	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Mechanics of Soft Engineering Materials: Rubbers, Textiles and Non-Crimp Fabrics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011569
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Chemical Structure and Composition of Elastomers: natural rubber, synthetic rubbers, rubber vulcanization • Mechanical Properties of Elastomers and their Phenomenological Models: non-linear stress-strain response, incompressibility or slight compressibility, experimental study and strength hypothesis, stress softening, Mullins effect, permanent set and induced anisotropy • Molecular-Statistical Basis of Rubber Elasticity: freely jointed chain model, freely rotating chain model, random walk theory, free energy of an ideal chain and affine network of ideal chains, finite extensibility of chains, Langevin model • Micro-Mechanics of Filled Elastomers: micro-mechanically based hyperelastic models, Mullins effect and permanent set, induced anisotropy and permanent set, hysteresis, strain induced crystallization • Mechanics of Textiles and Non-Crimp Fabrics: experimental characterization, draping properties, phenomenological models, modeling inelastic effect in textiles and non-crimp fabrics
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Understanding of chemical structure and composition of elastomers from the engineering point of view, their connection to mechanical properties, the role of fillers • Fundamentals of statistical mechanics in application to rubber networks • Experimental methods in application to rubber, textile composites and non-crimp fabrics • Learning how to model elastomers under large strains by taking into account their molecular structure • Learning how to model draping properties of textiles and non-crimp fabrics and how to predict their defects under large strains.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Required: - Recommended: • Continuum Mechanics • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I
Literatur	Lecture notes (script)
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The final mark is the mark of the oral exam.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	3

Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Mechanics of Soft Engineering Materials (401156901)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Mechanics of Soft Engineering Materials	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Glaskeramiken und teilkristalline Composite - Materialentwicklung und -optimierung, Kinetik und Thermodynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	5217903
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Im Rahmen der Veranstaltung werden die fundamentalen Eigenschaften von glaskeramischen Grundsystemen (inkl. Bioglaskeramiken) und ihre Anwendungen besprochen. Seitens der Thermodynamik und Kinetik werden die Grundlagen für das Schmelzen und die Kristallisation von Glaskeramiken und daraus resultierenden Composite-Materialien vermittelt. Die werkstoffwissenschaftlichen Grundlagen für eine glaskeramische Materialentwicklung werden erarbeitet. Unterschiedliche kinetische Modelle zur Beschreibung der Kristallisation werden vermittelt und die Anwendung dieser Modelle wird in Übungen vertieft. Methoden der Konditionierung (wie z.B. Festigkeitssteigerung, Anisotropieeinbringung, chemische Gradientenausprägung) von Glaskeramiken werden besprochen und anhand von Modellen angewendet. Ebenso werden Methoden zur analytischen Charakterisierung von Glaskeramiken besprochen und Anwendungsbereiche und Grenzen dieser Methoden dargestellt. Es wird die gesamte Prozesskette von der Materialentwicklung bis hin zum fertigen und konditionierten Produkt vermittelt. Die Herstellung und die Charakterisierung von Glaskeramiken werden in einem Praktikum vertieft.
Lernziele/Lernergebnisse	Der/die Studierende ist nach erfolgreicher Absolvierung des Moduls in der Lage, eine Glaskeramik oder einen teilkristallinen Composite auf Basis von Eigenschaftsvorgaben zu entwickeln und die Bedingungen festzulegen um das Ausgangsglas zu erschmelzen, es in den (teil-)kristallinen Zustand zu überführen und ggf. darüber hinaus zu konditionieren. Ebenso beherrscht der/die Studierende die Grundlagen der geeigneten analytischen Charakterisierungsmethoden zur Beschreibung von Glaskeramiken und teilkristallinen Compositen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Glastechnische Grundlagen, wie beispielsweise durch die Module "Einführung in die Werkstofftechnik: Glas" oder "Glastechnologie". Außerdem ist die Masterveranstaltung "Werkstofftechnik Glas (M.Sc.)" empfohlen.
Literatur	Folien und Erläuterungen zur Vorlesung Übungsunterlagen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Schriftliche Klausur oder mündl. Prüfung. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. Klausurvoraussetzungen: Erfolgreich absolviertes Praktikum als Zulassung zur Klausur. ; Zur erfolgreichen Absolvierung des Praktikums gehört: ; - Anwesenheitspflicht nach §5 im Praktikum. ; - Die erfolgreiche Anfertigung eines Versuchsprotokolls zum jeweiligen Einzelversuch.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer M. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Christian Roos

ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Glaskeramiken - P (521790302)	2. Semester	1. Semester	0	2
Glaskeramiken - Klausur/mündl. Prüfung (521790301)	2. Semester	1. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Glaskeramiken - V	2. Semester	1. Semester	-	3
Glaskeramiken - Ü	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Einführung in die Prozessleittechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212559
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Einführung • Modellwelten der Leittechnik • Prozessleitsysteme - Aufbau • Prozessleitsysteme - Systemfunktionen • Prozessleitsysteme - Softwarearchitektur • Kommunikationssysteme • Kommunikationssysteme • Technische Anlage • Technische Anlage • Automatisierungstechnik: Aktoreinheiten • Automatisierungstechnik: Verknüpfungssteuerung • Automatisierungstechnik: Ablaufsteuerung • Automatisierungstechnik: Auftragssteuerung • Automatisierungstechnik: Hierarchische Führungsstruktur • Reserve / Klausurübung
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden sind mit den Aufgabenstellungen der Prozess- und Anlagenauto-matisierung vertraut. • Sie kennen den prinzipiellen Aufbau industrieller Leit- und Kommunikationssyste-me. • Sie sind in der Lage mit gängigen Modellierungsansätzen aus der Informatik leit-technische Systeme und für die Leittechnik relevante Systeme wie Anlagen, Pro-zesse, Produkte, Geräte, Aufträge, Ausführungsvorschriften usw. zu strukturieren und formal zu beschreiben. • Sie kennen die technischen Sprachen zur Beschreibung und Programmierung von Automatisierungsfunktionen und können diese zur Lösung von konkreten Prozess-führungsaufgaben praktisch anwenden. • Sie sind in der Lage leittechnische Lösungskonzepte zu analysieren und technisch zu bewerten.

Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	Skript
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Bewertung anhand des Prüfungsergebnisses (100% der Modulnote); schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: FB5 Modul-AVModellierungsteamverantwortlicher: Kimberly Meyer B. A. RWTHModulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Tobias Kleinert
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Einführung in die Prozessleittechnik (521255901)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture/Exercise Process Control Engineering	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Werkstofftechnik der Metalle (Wahlpflichtfach)
Kennung	5212903
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	In dieser Veranstaltung werden die im Bachelor erlernten Kenntnisse der Werkstofftechnik des Stahls in Form einer Vorlesung, einer Übung und eines Praktikums vertieft. Der Einfluss von festigkeitssteigernden Mechanismen, der Temperatur sowie der Dehnratenabhängigkeit auf die mechanischen Eigenschaften von Stählen werden besprochen und anhand konventioneller und wahrer Spannungs-Dehnungs-Diagramme beschrieben. Dabei wird auch auf das Fließverhalten bzw. die Anisotropie und die Kaltumformbarkeit des Werkstoffs Stahls eingegangen. Zusätzlich werden Kenntnisse über Werkstoffschädigung, Bruchmechanik und Zähigkeit unter statischer sowie schwingender Belastung erlangt. Darüber hinaus erlernen die Studierenden wie die Prozesse zur Herstellung der jeweiligen Stahlgüten angepasst werden müssen, damit die Eigenschaften des Endprodukts den Anforderungen genügen. Abschließend wird die wirtschaftliche Bedeutung des Werkstoffs Stahl besprochen und Ökobilanzen für Stahlprodukte aufgestellt.
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sind fähig metallphysikalische Theorien mit Werkstoffeigenschaften zu verknüpfen. Sie kennen Verfahren und Prozesse, um entsprechende Werkstoffkennwerte zu ermitteln und zu beeinflussen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• W. Bleck: Werkstoffkunde Stahl für Studium und Praxis, Verlag Mainz, 2010 • W. Bleck, Spezielle Werkstoffkunde der Stähle für Studium und Praxis, Verlag Mainz, 2009 • W. Bleck: Werkstoffprüfung in Studium und Praxis, Verlag Mainz, 2011 • Ergänzende Literaturempfehlungen werden zu Beginn der Vorlesung ausgeteilt.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung, gewichtet 100%. Die Prüfungsform wird zu Beginn der Veranstaltung durch die Dozierenden bekanntgegeben. Die Teilnahme an der Klausur ist nur nach erfolgreicher Absolvierung des Praktikums möglich. (Es gilt Anwesenheitspflicht im Praktikum nach § 5 der studiengangsspezifischen Prüfungsordnung.)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Marion Kreins
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	7

Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	105,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Werkstofftechnik der Metalle - Klausur (521290301)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Werkstofftechnik der Metalle - Vorlesung	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Werkstofftechnik der Metalle - Übung	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Werkstofftechnik der Metalle - Praktikum	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	4

Modultitel	Application of Artificial Neural Networks in Computational Material Modeling / Simulation (Wahlpflichtfach)
Kennung	5227979
Version	V1
Dauer (Semester)	-
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	Sommersemester 2023
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	-
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	-
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Application of Artificial Neural Networks in Computational Material Modeling / Simulation (522797901)	1. Semester	2. Semester	5	-

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Application of Artificial Neural Networks in Computational Material Modeling / Simulation	1. Semester	2. Semester	-	3
Exercise Application of Artificial Neural Networks in Computational Material Modeling / Simulation	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Practical Introduction to FEM-Software I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011666
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 • Allgemeine Einführung, Aufbau eines FEM-Programms, ANSYS (Benutzeroberfläche) • Modellierung und Berechnung von Fachwerken mit ANSYS 2 • Modellierung von Balkenstrukturen • ANSYS Kommandos, Arbeiten mit Eingabedateien • Postprocessing für Balkenelemente 3 • Allgemeine Einführung in das FEM-Programm CALCULIX • Modellierung und Berechnung von Balkenstrukturen mit CALCULIX • Datenaustausch zwischen ANSYS <-> CALCULIX 4 • Einführung in die 2D-Modellierung mit ANSYS (Teil 1) • 2D-Elementtypen, freie Vernetzung, Randbedingungen, Netzdichte, Postprocessing 5 • Kommandos für die 2D-Modellierung in CALCULIX • Randbedingungen, Netzdichte, Postprocessing 6 • Einführung in die 2D-Modellierung mit ANSYS (Teil 2) • Strukturierte Vernetzung (mapped mesh), “bottom up”-/ “top down” – Ansatz • ANSYS Kommandos für Wärmeleitungsprobleme 7 • APDL, Elementtypen, Randbedingungen, h- und p-Methode 8 • Postprocessing, Fehlerabschätzung 9 • ANSYS 3D-Modellierung (Teil 1), Geometrieerstellung, Selektierungs- und Gruppierungskommandos 10 • 3D-Modellierung (Teil 2), ANSYS- und CALCULIX-Kommandos, 3D-Elementtypen 11 • 3D-Modellierung (Teil 3), ANSYS- und CALCULIX-Kommandos, Extrusion von 2D-Modellen. 12 • Projektarbeit, Modellierung 13 • Projektarbeit, Modellierung, Berechnung, Postprocessing 14 • Projektarbeit, Dokumentation, Report 15 • Repetitorium
Lernziele/Lernergebnisse	Ziel dieser Lehrveranstaltung ist es, den Studierenden einen Überblick und eine Einführung in Finite-Elemente-Software zu geben. Die Studierenden: • besitzen ausreichende praktische und theoretische Kenntnisse für die Bedienung der Programme ANSYS und CALCULIX . • sind in der Lage, eigenständig kleinere 2D- und 3D-FE-Modelle zu erstellen. • sind fähig, lineare Struktur- und Wärmeleitungsprobleme zu lösen. • verstehen das Konzept des “Solid Modelling” und des Vernetzens. • kennen die wichtigsten Kommandos zur Erstellung von Eingabedateien. • wissen, wie Randbedingungen und Belastungsfälle definiert werden. • sind in der Lage, kleinere FE-Modelle zu überprüfen und Fehler zu analysieren. • können die Berechnungsergebnisse im Postprozessor kritisch bewerten. • können aus einer FE-Berechnung praktische Konstruktionsanweisungen ableiten. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): Die Studierenden: • lernen im Team eine Aufgabe zu bearbeiten und diese in Form eines Reports zu dokumentieren und zu präsentieren. • über die Übungseinheiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsvorschläge zu erarbeiten und zu bewerten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Englisch Voraussetzung für " Practical Introduction to FEM-Software II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, …): • Englisch Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...):

	• Practical Introduction to FEM-Software II
Literatur	• Skript • Online-Dokumentation, Benutzerhandbücher
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Practical Introduction to FEM-Software I (401166601)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Practical Introduction to FEM-Software I	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Einführung in die Medizin I, II (Wahlpflichtfach)
Kennung	9015711
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Zweisemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2007
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Einführung in die Medizin I: Zelle und Zellmembran: Aufbau und Bestandteile von Zellen und Zellmembranen. Transportprozesse und deren Parameter. Definition und Berechnung des Membranpotentials. Neurophysiologie: Funktionelle Bestandteile von Neuronen. Definition eines Aktionspotentials (AP) und Charakteristiken von APs. Charakteristika der axonalen Informationsweitergabe und -codierung. Arbeitsweise von Synapsen. Neuronale Verschaltungen. Anatomie: Bezugssystem „Mensch“. Knochentypen sowie Arten und Charakteristika von Gelenkformen, Gelenkhilfsstrukturen. Muskel: Arten von Muskeln. Makro- und mikroskopischer Aufbau eines Skelettmuskels. Elektromechanische Koppelung. Kraft-Längen-Diagramm des Skelettmuskels. Vergleich mit anderen Muskeltypen. Blutkreislauf: Parameter des Kreislaufs und der Blutgefäße. Verteilung des Blutflusses und der Blutvolumina. Blutdrücke und Grundlagen der Blutflussmechanik. Herz: Lage und Aufbau des Herzens: Querschnitt, Vorhöfe, Kammern, Ventile, Einbindung in Kreislauf. Arbeitsdiagramm: Drücke, Volumina, Klappenzustände. Besonderheiten des Herzmuskels. Schrittmacherzentren. Blut: Blutzellen und deren grundsätzlicher Aufbau und Funktionen. Blutwerte. Blutgruppensysteme. Blutstillung und Blutgerinnung. Atmung, Säure-Basen-Haushalt: Aufbau und Aufgaben der Lunge. Atemgasdiffusion. Lungenfunktionmessung. Wasserhaushalt, Niere: Aufbau und Aufgaben der Nieren. Konzentrationsmechanismus. Bestimmung der Nierenfunktion. Einführung in die Medizin II: Ernährung, Verdauung: Aufbau und Aufgaben des Verdauungssystems. Weg eines Nährstoffes während der Nahrungsaufnahme und des Verdauungsprozesses. Sinne: Definition von Sinnen. Mathematische Charakterisierung von Sinnesrezeptoren. Aufbau und Aufgaben der Haut, des Auges, des Innenohrs, der Zunge und der Nase. Schmerzempfindung. Medizinische Psychologie und Soziologie: Planung, Durchführung und Evaluation von Experimenten. Soziale Wahrnehmung. Lernprozesse. Beobachtung von Prozessen und Beobachtungsfehler. ZNS: Aufbau und Aufgaben von Gehirn und Rückenmark. Methoden zur Erforschung der Funktion. Einfache neuronale Schaltkreise. Schwangerschaft und Geburt: Genitalorgane, Eizelle und Spermatozoon, Befruchtung, Implantation, embryonales und fetales Wachstum, Aufbau und Funktion der Plazenta, Geburt, Gewöhnung an eine neue Umwelt Einführungsvorlesung "Präparationssaal" oder "Pathologie" und Führung (nach Verfügbarkeit): Kennenlernen der jeweiligen Einrichtung und deren Einbindung in die Gesundheitsversorgung. Vorführung ausgewählter Präparate.
Lernziele/Lernergebnisse	-
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	Skript zur Vorlesung, Skript zum Praktikum
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung, Teilnahmenachweis für das Praktikum. Die Modulnote ist die Note der Klausur bzw. der mündlichen Prüfung
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Dr. rer. medic. Marion Grande Modellierungsteamverantwortlicher: Vanessa Ziemons M. A. Modulverantworlicher: apl. Professor Dr.rer.nat. Dipl.-Ing. Martin Baumann MME
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	90,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur oder mündliche Prüfung Einführung in die Medizin I, II (901571101)	1. Semester	1. Semester	6	0
Übung/ Praktikum Einführung in die Medizin I (901571102)	1. Semester	1. Semester	0	1
Übung/ Praktikum Einführung in die Medizin II (901571103)	1. Semester	1. Semester	0	1

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Einführung in die Medizin II	1. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Einführung in die Medizin I	1. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Werkstoffmechanik (Wahlpflichtfach)
Kennung	3010906
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Diskussion des Materialverhaltens von Stahl anhand experimenteller Ergebnisse; Erarbeitung geeigneter Materialmodelle unter den Aspekten: Fließverhalten, Verfestigung, Anisotropie; Diskussion des Materialverhaltens von Stahlbeton anhand experimenteller Ergebnisse; Erarbeitung geeigneter Materialmodelle unter den Aspekten: Werkstoffheterogenität, Zug-Druck-Asymmetrie, Schwinden, Kriechen; Numerische Umsetzung im Rahmen der Finite-Elemente-Methode; Einbeziehung des Temperatureinflusses; Vergleich Experiment-Simulation, Parameteridentifikation; Praktikum zum Selberrechnen, Umgang mit kommerziellen Programmsystemen
Lernziele/Lernergebnisse	Verständnis der verschiedenen Materialverhaltensweisen von wichtigen Baustoffen; Kenntnis verschiedener dreidimensionaler Materialmodelle; Kenntnisse über die Einbindung der Materialmodellierung in die Finite-Elemente-Methode; Sicherheit in der Anwendung der Finite-Elemente-Methode; Kenntnis des typischen Ablaufs in der Werkstoffmechanik: experimentelle Beobachtung, Modellierung, Simulation, Parameteridentifikation
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Rösler, Harders, Bäker: Mechanisches Verhalten der Werkstoffe, Teubner; Lemaitre, Chaboche: Mechanics of Solid Materials, Cambridge University Press; Gross, Hauger, Wriggers: Technische Mechanik 4, Springer
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Benotete Klausurarbeit. Es gibt keine Voraussetzungen für die Teilnahme an der Klausurarbeit.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworliche: Universitätsprofessorin Dr.-Ing. Stefanie Reese
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	240,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	165,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausurarbeit (oder mündliche Prüfung) Werkstoffmechanik (301090601)	1. Semester	2. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Werkstoffmechanik	1. Semester	2. Semester	-	5

Modultitel	Anthropotechnik in der Robotik und zur Fahrzeug- und Prozessführung (Wahlpflichtfach)
Kennung	6010489
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 Einführung in Mensch-Maschine-Schnittstellen Ereignisorientierte Dialogsysteme Dynamische Systeme 2 Systemkomponente Mensch Informationsverarbeitung beim Menschen Verhaltensmodelle 3 Informationsaufnahme beim Menschen Visuelle, akustische und haptische Wahnehmung Das Vestibulärsystem 4 Informationsverarbeitung beim Menschen Neuronale Informationsverarbeitung Mentales Entscheidungsverhalten 5 Informationsausgabe beim Menschen Koordination der Willkürmotorik Manuelle Regelung 6 Ergonomische Bewertung von Mensch-Maschine-Schnittstellen Gestaltungsrichtlinien 7 Bewertungsverfahren für MMS Kriterienorientierte Evaluierung Prüfverfahren und Befragungen 8 Durchführung empirischer Untersuchungen Funktionsmodelle Versuchsplanung 9

	Statistische Versuchsauswertung Simulative Bewertung Aufbau von Mensch-Maschine-Modellen 10 Mensch-Maschine-Systemtechnik Zuverlässigkeit und Verlässlichkeit von MMS Zuverlässigkeit technischer Systemkomponenten 11 Menschliche Handlungszuverlässigkeit und Fehlerverhalten Probabilistische Sicherheitsanalysen Verlässlichkeit 12 Dynamische Systeme Manuell geregelte Systeme Benutzergerechte Automatisierung 13 Assistenzsysteme Assistenzfunktionen für Dialogsysteme Assistenzsystem für Dynamische Systeme
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: # Die Studierenden kennen die Grundbegriffe aus den Bereichen Anthropotechnik und Mensch-Maschine-Systeme und sind in der Lage Gestaltungsgrundsätze beim Design von Mensch-Maschine-Schnittstellen für Fahrzeug- und Prozessleitsysteme anzuwenden. # Die Studierenden haben die Funktionsweise der menschlichen Wahrnehmung verstanden. Ebenso kennen sie regelungstechnische Besonderheiten des Systems Mensch-Maschine und sind fähig, diese Erkenntnisse zur Analyse und Bewertung der Ergonomie von gegebenen Mensch-Maschine-Schnittstellen anzuwenden. # Die Studierenden kennen verschiedene Bewertungsverfahren und sind damit in der Lage Evaluationen von Mensch-Maschine-Systemen selbstständig zu planen und durchzuführen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.): # Die Studierenden sind fähig komplexere Fragestellungen methodisch zu analysieren, zu bewerten und eigene innovative Ideen zur Optimierung herzuleiten. # Die Studierenden können abstrakte Konzepte kritisch hinterfragen und auf aktuelle Problemstellungen übertragen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Skript zur Vorlesung und Übung.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jürgen Roßmann
ECTS Credits	4

Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Anthropotechnik in der Fahrzeug- und Prozessführung (601048901)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Anthropotechnik in der Fahrzeug- und Prozessführung	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Anthropotechnik in der Fahrzeug- und Prozessführung	1. Semester	2. Semester	-	1

Modultitel	Computational Systems Biotechnology (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011673
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Einführung in die Begrifflichkeit der Systembiologie, Stöchiometriebasierte Modellierung in der Systembiologie: Begrifflichkeit, Strukturelle Modellierung biochemischer Netzwerke, Nullraum-Analyse, Elementarmoden, Flussbilanzanalyse, Netzwerk-Thermodynamik, metabolische Stoffflussanalyse. Anwendungen in Metabolic Engineering und Synthetischer Biologie
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Grober Überblick über Begrifflichkeit und Anwendungsgebiete der Systembiologie • Verständnis des Konzepts stöchiometriebasierter Methoden • praktische Durchführung wesentlicher Analysemethoden (Freiheitsgrad-Bestimmung, Flux Balance Analysis, Elementarmoden, Netzwerk-Thermodynamik) an einfachen Beispielen • Verständnis des Konzepts der metabolischen Stoffflussanalyse Nicht fachbezogene Lernziele: • integrierte Nutzung computergestützter Werkzeuge in der Systembiologie • Einblick in interdisziplinäre Projektarbeit
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Generell können fehlende Grundkenntnisse anhand von Lehrmaterialien in der Vorbereitungsphase nachgeholt werden. Mathematische Grundkenntnisse in Linearer Algebra auf dem Niveau der Grundvorlesung Computational Biotechnology im Studiengang Biotechnologie. MATLAB-Grundkenntnisse: Kommandozeile, Grundbefehle, Matrizen, einfache Skripte Biochemische Grundkenntnisse: Enzym- und Transportkinetik, Gleichgewichtsthermodynamik Grundkenntnisse über zentrale Stoffwechsel-Netzwerke: Glykolyse, Penthosephosphatweg, Zitronensäurezyklus, Anaplerosis, Oxidative Phosphorylierung, Aminosäuresynthesewe
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Generell können fehlende Grundkenntnisse anhand von Lehrmaterialien in der Vorbereitungsphase nachgeholt werden. • Mathematische Grundkenntnisse in Linearer Algebra auf dem Niveau der Grundvorlesung „Computational Biotechnology“ im Studiengang Biotechnologie. • MATLAB-Grundkenntnisse: Kommandozeile, Grundbefehle, Matrizen, einfache Skripte • Biochemische Grundkenntnisse: Enzym- und Transportkinetik, Gleichgewichtsthermodynamik • Grundkenntnisse über zentrale Stoffwechsel-Netzwerke: Glykolyse, Penthosephosphatweg, Zitronensäurezyklus, Anaplerosis, Oxidative Phosphorylierung, Aminosäuresynthese
Literatur	• Palsson B: Systems Biology: Properties of Reconstructed Networks: Cambridge University Press; 2006. • Weitere Literatur, Vorlesungsfolien, MATLAB-Programme werden zur Verfügung gestellt • Klipp E. et al.: Systems Biology - A textbook: Wiley 2009
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Korrekte Bearbeitung der Hausaufgaben, die zwischen den Einführungsvorlesungen und der Blockwoche zu bearbeiten sind (20%) • abschließende 30-minütige mündliche Einzelprüfung zum Stoff der Vorlesung (80%)

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang Wiechert
ECTS Credits	7
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	210,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündliche Prüfung Computational Systems Biotechnology (401167301)	2. Semester	1. Semester	7	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Computational Systems Biotechnology	2. Semester	1. Semester	-	5

Modultitel	Planung und Betrieb von Elektrizitätsversorgungssystemen (Wahlpflichtfach)
Kennung	6011236
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor
Inhalt	Das Modul bietet einen Einblick in Methoden der Netzplanung und des operativen Systembetriebs. Hierbei werden folgende Schwerpunkte behandelt: # Aufbau und Struktur der Elektrizitätsversorgung # Wirtschaftlichkeitsberechnung von Kraftwerken und elektrischen Netzen # Versorgungszuverlässigkeit # Engpassbehebung # Leistungs-Frequenzregelung # Spannungsblindleistungsoptimierung # Spannungshaltung in Verteilnetzen # Einführung in die Erdgasversorgung # Gasflussrechnung
Lernziele/Lernergebnisse	Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, Kosten von Komponenten der Energieversorgung durch Methoden der Annuitäts- und Kapitalwertrechnung zu ermitteln und die Zuverlässigkeit elektrischer Netze mittels Kombinationsverfahren und Abbildung von Markoff-Prozessen zu berechnen. Weiterhin sind die Studierenden in der Lage, netzbetriebliche Fragestellungen, wie Regelkonzepte für eine Leistungs-Frequenzregelung zu beantworten. Ebenso sind nach erfolgreicher Teilnahme die Studierenden in der Lage, die zielgerichtete Steuerung von Leistungsflüssen durch Eingriffe des Netzbetreibers sowie Analogien zwischen Strom- und Gasnetzen zu verstehen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	# Kenntnisse und Kompetenzen aus den Modulen Schaltungstechnik 1, Grundgebiete der Elektrotechnik 3 und 4
Literatur	# Happolt-Oeding, Elektrische Kraftwerke und Netze, Springer Verlag; # Cerbe, Grundlagen der Gastechnik, Hanser Verlag
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur (90 Minuten)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Albert Moser
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	90
Gesamtstunden (h)	120,0

Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Planung und Betrieb von Elektrizitätsversorgungssystemen (601123601)	1. Semester	2. Semester	4	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung und Übung Planung und Betrieb von Elektrizitätsversorgungssystemen	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Hypersonic Flight: Computational Propulsion Design (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011676
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Inhalt der Vorlesung ist der Scramjet, ein luftatmendes Hyperschallantriebssystem für zukünftige Raumtransportsysteme. Die Fragestellungen des Scramjet-Antriebs liegen überwiegend im Bereich der Aerothermodynamik, wodurch der Scramjet ein interessantes Inhalt und anspruchsvolles Anwendungsgebiet für die Strömungssimulation ist. Anhand des Scramjet werden wichtige Unterpunkte der Simulation erarbeitet, wie z.B. die physikalische Modellierung, die Gittergenerierung, Lösungsansätze verschiedener Komplexitätsgrade, Randbedingungen, Validierung und Verifizierung der Ergebnisse etc.. Dabei steht das Gesamtdesign des Antriebsystems der numerischen Simulation als Leitkonzept voran: Fragen nach dem Wirkungsgrad einzelner Triebwerkskomponenten und den Einsatzberiech des Antriebs müssen mit Hilfe von Simulationstechniken beantwortet werden.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Verständnis der grundlegenden Funktionsweise eines Scramjetantriebs sowie der spezifischen Problematiken eines luftatmenden Hyperschallantriebsystems, praxisbezogene Anwendung verschiedener Simulations- und Auslegungswerkzeuge zur Erstellung eines Gesamtdesign eines Scramjetantriebs (z.Bsp. Charakteristikenverfahren für Einlauf und Düse, 1 D Verbrennungsmodell, 3D Strömungssimulationen etc.) Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc): • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: " Grundlagen in numerischen Methoden (z.B. durch die Vorlesung/Vorlesungsreihe Simulationstechnik für Machienenbauer bzw. CES), Grundlagen in Aerodynamik und Gasdynamik Empfohlene Voraussetzungen: " Programmiererfahrun
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • Grundlagen in numerischen Methoden (z.B. durch die Vorlesung/Vorlesungsreihe Simulationstechnik für Machienenbauer bzw. CES), Grundlagen in Aerodynamik und Gasdynamik Empfohlene Voraussetzungen: • Programmiererfahrung
Literatur	• E.T. Curran, S.N.B. Murthy, "Scramjet Propulsion", Progress in Astronautics and Aeronautics, Vol. 189, AIAA, 2001 • E.H. Hirschei, "Basics of Aerothermodynamics", Springer, 2005
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• 1 Mündliche Prüfung Die Endnote ergibt sich aus der Note der mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Marek Behr Ph. D. Dr.-Ing. Birgit Reinartz M. Sc.
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Hypersonic Flight: Computational Propulsion Design (401167601)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Hypersonic Flight: Computational Propulsion Design	2. Semester	1. Semester	-	3

Modultitel	Biomechanikseminar (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010852
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	An den experimentellen Einrichtungen des Biomechaniklabors sollen Experimente entworfen und durchgeführt werden. Hierzu ist die Diskussion mit den wissenschaftlichen und technischen Mitarbeiter/innen des Instituts für Allgemeine Mechanik über den wissenschaftlichen Hintergrund erforderlich. Die Studierenden sollen in Laborübungen zur Lösung wissenschaftlicher Fragestellungen in der experimentellen Biomechanik angeleitet werden. Hierbei wird eine Betonung auf bildgebenden Verfahren liegen.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Messtechnik • Experimentelle Biomechanik • Kenntnisse über Hart- und Weichgewebestrukturen • Visualisierung mittels Mikro-CT Nicht fachbezogene Lernziele: • Projektarbeit • Gruppenarbeit
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundkenntnisse der Anatomie und Biologie
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundkenntnisse der Anatomie und Biologie
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	• Referat/Vortrag • Hausaufgaben Die Note ergibt sich aus dem Referat/Vortrag.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr.-Ing. Marcus Stoffel Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert
ECTS Credits	1
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	30,0
Präsenzstunden (h)	15,0

Selbststudium (h)	15,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündliche Prüfung Biomechanikseminar (401085201)	2. Semester	1. Semester	1	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Biomechanikseminar	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	From Molecular to Continuum Physics II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012554
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• An Overview of Statistical Mechanics • Lattice Models • From Lattices to Molecules • Discrete interactions, statics, and modeling • Thermodynamics and averaging • Phase field modeling • Continuum mechanics • Kinematics • Balance laws and constitutive equations • Finite-element methods
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Have an introduction to basic atomistic, mesoscopic, and continuum methods. • The combination of this and the previous lecture should give a fair understanding of difficulties and concepts for solutions associated with multiscale problems of all sorts of materials science applications. Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc): Achieve abilities to rely on mathematical formulations rather than on standard intuitions when making quantitative predictions. Lernziele
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	recommended: " Module From Molecular to Continuum Physics I
(empfohlene) Voraussetzungen	recommended: • Module *From Molecular to Continuum Physics I*
Literatur	• Tadmor and Miller, "Modeling Materials." Cambridge University Press, New York • Miller, Tadmor, and Elliott, "Continuum Mechanics and Thermodynamics." Cambridge University Press, New York
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The final grade will be the grade of the final exam. The form of the exam depends on the semester (in summer semester, a written exam is planned; for the winter semester, an oral exam is planned because of the smaller number of registrants).
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. Julia Kowalski
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung From Molecular to Continuum Physics II (401255401)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung From Molecular to Continuum Physics II	2. Semester	1. Semester	-	3
Übung From Molecular to Continuum Physics II	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Internationales Patent-, Marken- und Geschmacksmusterrecht (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011554
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	In der Vorlesung werden neben wichtigen Internationalen Patentrechtlichen Regelungen im besonderen Maße der Schutz technischer Erfindungen, des industriellen Designs sowie von Kennzeichnungen für Waren oder Dienstleistungen (Marken) ausführlich dargestellt. Hierbei werden insbesondere auch strategische Aspekte für einen umfangreichen Produktschutz vorgestellt. Die Vorlesung ist daher vor allem für diejenigen von Vorteil, die eine leitende Position in einem Unternehmen anstreben, denn hier wird ein Verständnis der (insbesondere europäischen) Schutzmechanismen vermittelt, um dann die in diesem Umfeld erforderlichen Entscheidungen später leichter treffen zu können. In der Übung wird der Stoff der Vorlesung anhand von praxisnahen Fallgestaltungen in Vortrag und Diskussion aktualisiert und vertieft.
Lernziele/Lernergebnisse	fachbezogen • siehe Inhalt
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	empfohlen: " Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechts
(empfohlene) Voraussetzungen	empfohlen: • Grundlagen des Patent- und Gebrauchsmusterrechts
Literatur	Skript zur Vorlesung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung oder eine schriftliche Klausur. (je nach Teilnehmerzahl)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Internationales Patent-, Marken- und Geschmacksmusterrecht (401155401)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Internationales Patent-, Marken- und Geschmacksmusterrecht	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Internationales Patent-, Marken- und Geschmacksmusterrecht	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Softwareentwicklung in der Medizintechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011672
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Vermittelt werden die gesetzlichen Anforderungen an die Softwareentwicklung in der Medizintechnik, welche an praktischen Beispielen in den Übungen umgesetzt werden. Dabei werden alle Teile des Software-Lebenszyklus von der Anforderungsanalyse über das Software-Design bis hin zur Implementierung und Verifikation behandelt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in Methoden der Risikoanalyse und -Beherrschung.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: die Studierenden kennen im Bereich der Softwareentwicklung in der Medizintechnik - gängige Anwendungsfelder - mögliche Entwicklungsprozesse - aktuelle gesetzliche Anforderungen - Risiken, die von der Software und dem verwendeten Softwareentwicklungsprozess ausgehen können - Methoden zur Risikobewertung und zur Risikobeherrschung Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden besitzen ein Verständnis für die Risiken, die von dem Softwareentwicklungsprozess ausgehen und beherrschen Methoden, die Risiken zu analysieren und zu minimieren. Sie sind in der Lage, einen geeigneten Entwicklungsprozess für den gesamten Lebenszyklus der Software anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage, die Software zu entwerfen, in C++ zu implementieren und dabei Methoden der Risikoanalyse (FMEA/FTA) und des Qualitätsmanagements (u.a. SVN) anzuwenden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: Kenntnisse in Objektorientiertem Softwaredesign Empfohlene Voraussetzungen: Erfahrungen in einer objektorientierten Programmiersprache (JAVA, C/C++, C#,...)
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Kentnisse in Objektorientiertem Softwaredesign Erfahrungen in einer objektorientierten Programmiersprache (JAVA, C/C++, C#,...)
Literatur	Folien zur Vorlesung und Übungsblätter Empfohlene weiterführende Literatur: Normen:IEC 62304 W. Niederlag, H.U. Lemke, G. Strauss, H. Feussner: Der digitale Operationssaal. 2.Auflage, De Gruyter Verlag 2014
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endote ergibt sich aus der Benotung der Projektarbeit (70%) und des Kolloquiums (30%).
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Dr.-Ing. Matías de la Fuente Klein
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung (Vortrag) Softwareentwicklung in der Medizintechnik (40116721)	1. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung (Praktikum) Softwareentwicklung in der Medizintechnik	1. Semester	1. Semester	-	2
Vorlesung Softwareentwicklung in der Medizintechnik	1. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Plastizitätstheorie und Bruchmechanik (Wahlpflichtfach)
Kennung	3013295
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Plastizitätstheorie und Bruchmechanik: Diskussion des plastischen Verhaltens metallischer Werkstoffe im eindimensionalen Versuch; Mehraxialer Spannungs- und Verzerrungszustand, Hauptspannungen, Invarianten; Prinzipien der von Mises-Plastizitätstheorie: Fließbedingung, Evolutionsgleichungen, Kuhn-Tucker Bedingungen, Elasto- und Viskoplastizität, isotrope und kinematische Verfestigung; Numerische Behandlung der Evolutionsgleichungen anhand expliziter und impliziter Verfahren; Algorithmische Umsetzung des plastischen Stoffgesetzes im Rahmen der Finite-Elemente-Methode, Bemessungskriterien in der Bruchmechanik, Griffith-Theorie; Praktikum zum Selbstrechnen; Umgang mit kommerziellen FE-Programmen
Lernziele/Lernergebnisse	Plastizitätstheorie und Bruchmechanik: Verständnis des plastischen Verhaltens metallischer Baustoffe; Kenntnisse über die Formulierung eines plastischen Materialmodells; Verständnis der numerischen Umsetzung und Einbindung des plastischen Materialgesetzes in die Finite-Elemente-Methode; Sicherer Umgang in der Anwendung der Finite-Elemente-Methode; Kenntnis der Grundlagen der Bruchmechanik
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Zulassungsvoraussetzung zur Teilnahme an der Klausur: bestandenes Rechnerpraktikum
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Plastizitätstheorie und Bruchmechanik: Khan, Huang: Continuum Theory of Plasticity, Wiley, New York; Gross, Seelig: Bruchmechanik, Springer-Verlag;
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Benotete Klausurarbeit. Es gibt keine Voraussetzng für die Teilnahme an der Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworliche: Universitätsprofessorin Dr.-Ing. Stefanie Reese
ECTS Credits	10
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	300,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	225,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Plastizitätstheorie und Bruchmechanik (301329501)	2. Semester	1. Semester	10	0

Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Plastizitätstheorie und Bruchmechanik	2. Semester	1. Semester	-	5

Modultitel	Computational Systems Biotechnology 2 (Wahlpflichtfach)
Kennung	4016359
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Lehrveranstaltung befasst sich mit der dynamischen Modellierung biochemischer Netzwerke mit möglichen Anwendungen in der Systembiologie, Enzymtechnologie und Bioprozesstechnik. Im Zentrum steht die generelle Problematik und Methodik der Modellierung komplexer biologischer Prozesse. Diverse Analysewerkzeuge wie Systemlinearisierung, Sensitivitätsanalyse, Kontrolltheorie oder Parameter-Bestimmtheitsanalyse werden in diesem Kontext vermittelt und an einfachen Beispielen praktisch geübt
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: • Struktur typischer biochemischer Netzwerke (Metabolismus, Genregulation, Signalkaskaden) • Beschreibung des dynamischen und stationären Verhaltens biochemischer Netzwerke • Ansätze zur approximativen Beschreibung der Kinetik und Thermodynamik biochemischer Reaktionen • Analyse des dynamischen Verhalten • Quasi-Steady-State-Approximationen und Modellvereinfachungsansätze • Sensitivitätsanalyse, Parameterschätzung und metabolische Kontrolltheorie • verfügbare Simulationswerkzeuge und systembiologische Standards • Problematik der Modellierung großer Netzwerke in der Praxis Fertigkeiten und Kompetenzen: • systematisches Aufstellen von Modellgleichungen für biochemische Netzwerke • Informationsbeschaffung zur Parametrierung von Modellen • Kenntnis bzw. Bedienung wesentlicher Simulationswerkzeuge für biochemische Netzwerke • Analyse des dynamischen Verhaltens eines Netzwerks mittels Simulation und Eigenwertanalyse • Verständnis und Anwendung von Quasi-Steady-State-Annahmen • Durchführung verschiedener Linearisierungsansätze (Systemlinearisierung, Parameter/ Startwertsensitivitäten) • Interpretation von Sensitivitäten, Kovarianzen und Kontrollkoeffizienten Sonstiges (fakultativ): • interdisziplinäres Arbeiten im Grenzbereich Ingenieurwissenschaften / Biologie
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: "mathematische Grundvorlesungen (Lineare Algebra, Analysis) "Grundkenntnisse der Biochemie (Enzyme) "MATLAB Grundkenntnisse "Fehlende Voraussetzungen zu biochemischen Reaktionsnetzwerken und Zellbiologie werden im Rahmen der Lehrveranstaltung über kurze Brückenkurse bzw. Material zum Eigenstudium nachgeholt. Darunter auch: "Grundlagen der Zellbiologie einzelliger Organismen (Bakterien, Hefen) "grundlegende Stoffwechselnetzwerke (Glykolyse, Zitratzyklus) "Grundmechanismen der Genregulation
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • mathematische Grundvorlesungen (Lineare Algebra, Analysis) • Grundkenntnisse der Biochemie (Enzyme) • MATLAB Grundkenntnisse

	Empfohlene Voraussetzungen: • Fehlende Voraussetzungen zu biochemischen Reaktionsnetzwerken und Zellbiologie werden im Rahmen der Lehrveranstaltung über kurze Brückenkurse bzw. Material zum Eigenstudium nachgeholt. Darunter auch: • Grundlagen der Zellbiologie einzelliger Organismen (Bakterien, Hefen) • grundlegende Stoffwechselnetzwerke (Glykolyse, Zitratzyklus) • Grundmechanismen der Genregulation
Literatur	Veranstaltungsliteratur: • Palsson B. Systems Biology: Simulation of Dynamic Network States. Cambridge University Press 2011 • Weitere Literatur, Vorlesungsfolien, MATLAB-Programme werden zur Verfügung gestellt Empfohlene weiterführende Literatur: • Heinrich R, Schuster S. The Regulation of Cellular Systems. Chapman & Hall 1996. • Szallasi Z, Stelling J, Periwal V. System Modeling in Cellular Biology. Bradford Books 2006. • Klipp E. et al. Systems Biology - A Textbook. Wiley 2009. • Kremling A. Systems Biology: Mathematical Modeling and Model Analysis. CRC Press 2013.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 20% aus der Bearbeitung der Hausaufgaben zwischen den Einführungsvorlesungen und der Blockwoche und zu 80% aus einer abschließenden mündliche Einzelprüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang Wiechert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	5
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	75,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computational Systems Biotechnology 2 (401635901)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Computational Systems Biotechnology 2	1. Semester	2. Semester	-	2
Vorlesung Computational Systems Biotechnology 2	1. Semester	2. Semester	-	3

Modultitel	Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of Oxygen and Carbon Dioxide (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010858
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2014
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	• Clean Coal Technologies in Power Sector, Carbon Capture and Storage (CCS) options and their potentials • Integrated Gasification Combined Cycle (IGCC): Towards zero emission power plants • Industrial Entrained Flow Coal Gasifiers. Designs and principles of operation • IGCC Power Plants with CCS • Coal gasification with subsequent polygeneration. The CtX path • Oxycoal firing Power Plant, Design and principles of operation • Oxycoal firing plants with CCS • Simulation of coal combustion/gasification processes. Modelling approaches • Oxygen production. Air separation units (ASU) in Oxycoal and coal gasification plants. Cost of oxygen production and its impact on the overall process efficiency
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Oxycoal-Verbrennung: Grundlagen und Technik • Feststoffvergasung: Grundlagen und Technik • Simulationen von Feststoffvergasungsprozessen Nicht fachbezogene Lernziele: • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Notwendige Voraussetzungen: " Wärme- und Stoffübertragung " Strömungsmechanik " Thermodynamik Empfohlene Voraussetzungen: " Technische Verbrennung " Wärmeüberträger und Dampferzeuger
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: • Wärme- und Stoffübertragung • Strömungsmechanik • Thermodynamik Empfohlene Voraussetzungen: • Technische Verbrennung • Wärmeübertrager und Dampferzeuger
Literatur	• Handouts • Toporov, D. Combustion of Pulverised Coal in a Mixture of Oxygen and Recycled Flue Gas, Elsevier, 2014
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung. Die Endnote ergibt sich aus der Note der mündlichen Prüfung.

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Dr.-Ing. Dobrin D. Toporov Universitätsprofessor Dr.-Ing. Reinhold Kneer
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Mündliche Prüfung Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of Oxygen and Carbon Dioxide (401085801)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of Oxygen and Carbon Dioxide	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Modellprädiktive Regelung Energietechnischer Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017429
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1 Einführung in die Modellbasierte Regelung von energietechnischen Systemen 2 Übersicht Modellbasierter Regelungskonzepte 3 Physikalische Modellbildung 4 Black-Box Modellierung 5 Grundlagen Optimierung 6 Lineare Modellprädiktive Regelung – Ohne Beschränkungen 7 Lineare Modellprädiktive Regelung – Mit Beschränkungen 8 Nichtlineare Modellprädiktive Regelung – Nichtlineare Programme 9 Nichtlineare Modellprädiktive Regelung – Diskretisierungsverfahren 10 Formulierung der Optimierungsproblems 11 Regelung von Verbrennungsmotoren 12 Regelung von Gasturbinen 13 Regelung von Brennstoffzellen
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Regelung von energietechnischen Systemen stellt sehr hohe Anforderungen an die verwendete regelungstechnische Methode sowohl auf Grund des stark nichtlinearen Systemverhaltens als auch der Notwendigkeit zur Berücksichtigung von inhärenten Totzeiten sowie Beschränkungen der Stell- und Ausgangsgrößen. Konventionelle Regelungskonzepte können die hohen Anforderungen an die Regelgüte, die zur Gewährleistung der strengen Vorschriften, z.B. hinsichtlich Emissionen, notwendig sind, nicht einhalten. Modellprädiktive Regelungen bieten dahingegen die Möglichkeit die Anforderungen systematisch berücksichtigen zu können und können eine hohe Regelgüte über den kompletten Betriebsbereich sicherstellen. Die Studierenden kennen die Limitierungen von konventionellen Regelungskonzepten sowie die Anwendungsgebiete für Modellprädiktive Regelungen. Zudem kennen die Studierenden: - die Grundlagen der linearen Modellprädiktiven Regelung, - die Grundlagen der nichtlinearen Modellprädiktiven Regelung, - die Einführung in die Regelung energietechnischer Systeme, - die Methoden zur Modellbildung komplexer Prozesse, - sowie die Methoden zur Reglerauslegung komplexer Prozesse. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Studierenden können komplexe, nichtlineare Prozesse mit hohen Anforderungen an die Regelung klassifizieren und analysieren. Darüber hinaus sind Sie in der Lage zu entscheiden, ob konventionelle

	Regelungsmethoden ausreichend sind oder ob der Einsatz der Modellprädiktiven Regelung Vorteile bietet. Außerdem können die Studierenden die Modellprädiktive Regelung implementieren. Hierzu gehört die Entwicklung maßgeschneiderter Optimierungsaufgaben für die jeweils betrachtete Anwendung, mit denen die regelungstechnischen Anforderungen abgebildet werden. Darüber hinaus sind Sie fähig, geeignete Optimierungsmethoden auszuwählen um eine Echtzeitimplementierung auch bei harten Anforderungen an die Echtzeitfähigkeit realisieren zu können. Für ausgewählte Prozesse können Studierende das Prozessverhalten beurteilen und sind in der Lage diese mit Hilfe von mathematischen Modellen zu beschreiben und zu analysieren. Aufbauend auf diesen Modellen können die Studierenden das passende Regelungskonzept auswählen. Die Studierenden sind in der Lage sowohl die Modellierung als auch die Regelung mit Hilfe von modernen Soft- und Hardware-Tools wie Matlab/Simulink umzusetzen. Sonstige: Die Studierenden können im Rahmen der Übung im Team Übungsaufgaben lösen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: - Regelungstechnik - Höhere Regelungstechnik oder Rapid Control Prototyping - Verbrennungskraftmaschinen I oder Verbrennungskraftmaschinen II - Technische Verbrennung
Literatur	Veranstaltungsliteratur: Vorlesungsfolien Empfohlene weiterführende Literatur: - Abel: Regelungstechnik (Umdruck zur Vorlesung) - Maciejowski: Predictive Control with Constraints - Pischinger: Verbrennungskraftmaschinen I + II
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur oder eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dirk Abel
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Modellprädiktive Regelung Energietechnischer Systeme (401742901)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Modellprädiktive Regelung Energietechnischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	2
Modellprädiktive Regelung Energietechnischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Mechanics of Soft Engineering Materials: Rubbers, Textiles and Non-Crimp Fabrics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011569
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Chemical Structure and Composition of Elastomers: natural rubber, synthetic rubbers, rubber vulcanization • Mechanical Properties of Elastomers and their Phenomenological Models: non-linear stress-strain response, incompressibility or slight compressibility, experimental study and strength hypothesis, stress softening, Mullins effect, permanent set and induced anisotropy • Molecular-Statistical Basis of Rubber Elasticity: freely jointed chain model, freely rotating chain model, random walk theory, free energy of an ideal chain and affine network of ideal chains, finite extensibility of chains, Langevin model • Micro-Mechanics of Filled Elastomers: micro-mechanically based hyperelastic models, Mullins effect and permanent set, induced anisotropy and permanent set, hysteresis, strain induced crystallization • Mechanics of Textiles and Non-Crimp Fabrics: experimental characterization, draping properties, phenomenological models, modeling inelastic effect in textiles and non-crimp fabrics
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: • Understanding of chemical structure and composition of elastomers from the engineering point of view, their connection to mechanical properties, the role of fillers • Fundamentals of statistical mechanics in application to rubber networks • Experimental methods in application to rubber, textile composites and non-crimp fabrics • Learning how to model elastomers under large strains by taking into account their molecular structure • Learning how to model draping properties of textiles and non-crimp fabrics and how to predict their defects under large strains.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Required: - Recommended: • Continuum Mechanics • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I
Literatur	Lecture notes (script)
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The final mark is the mark of the oral exam.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (RUS) Mikhail Itskov
ECTS Credits	3

Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Mechanics of Soft Engineering Materials (401156901)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Mechanics of Soft Engineering Materials	2. Semester	1. Semester	-	2

Modultitel	Identification and Control of Mechatronic Systems (Wahlpflichtfach)
Kennung	6017144
Version	v1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Identifikation dynamischer Systeme: grafische Verfahren, Ermittlung aus Bode-Diagramm und Sprungantwort, Methode der kleinsten Quadrate, Anregungsfunktionen • Digitale Regelsysteme: Stabilität digitaler Systeme (Schur-Cohn-Jury- und Hurwitz-Kriterium), Kompensationsregler (Dead-Beat Controller) • Methoden der Fehlerdiagnose: Merkmalsextraktion, Signalbasierte Verfahren, Modell-basierte Verfahren (Parameterschätz-Verfahren und weighted Least Squares, Zustandsschätzverfahren, Parity-Space-Methode), Merkmalsklassifikation, Grundlagen der Klassifikation, Bayes-Klassifikator • Simulation mechatronischer Systeme: Simulation im Zustandsraum (Analogrechner), Verfahren zur digitalen Simulation (numerische Integrationsverfahren), Matrix-Exponentialverfahren, Zeitdiskrete Modellierung linearer Systeme • Adaptive Regelsysteme: Gain Scheduling, Self-tuning Regulators, Model-based Adaptive Control • Rapid Control Prototyping: Der V-Zyklus als Entwicklungsszenario, Hardware- und Software-in-the-loop, V-Zyklus für mechatronische Systeme
Lernziele/Lernergebnisse	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage, • Methoden der experimentellen Modellierung dynamischer Systeme zu verstehen. • Kenntnisse über verschiedene Reglertypen abzurufen und auf unterschiedliche Prozesse anzuwenden. Zusätzlich erlernen die Studierenden die Fähigkeit, das CAE Tool Matlab/SIMULINK zur Lösung regelungstechnischer Probleme einzusetzen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Systemtheorie 1 und 2 (oder ähnlich umfassende Einführungsveranstaltung in Regelungstechnik), Es wird ausdrücklich empfohlen, vorher die Veranstaltung Mechatronische Systeme 1 belegt zu haben.
Literatur	• R. Isermann, 'Mechatronische Systeme', 2. Auflage, Springer Verlag, Heidelberg, 2008. • C.W. de Silva, 'Mechatronics - an integrated Approach', CRC Press, Boca Raton, FL, 2005. • R.H. Bishop (ed.), 'Mechatronics - an Introduction', CRC Press, Boca Raton, FL, 2006. • B. Heimann, W. Gerth und K. Popp, 'Mechatronik: Komponenten - Methoden - Beispiele', 3. Aufl., Carl Hanser Verlag, München, 2007. • R. Isermann, 'Digitale Regelsysteme 1 und 2', 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, 1988. • K. J. Aström and B. Wittenmark, 'Adaptive Control', 2nd ed., Dover Publications, Mineola, NY, USA, 2008. • O. Nelles, 'Nonlinear System Identification', Springer Verlag, Berlin, 1999. • L. Ljung, 'Systems Identification', Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1998. • R. Isermann (Hrsg.), 'Überwachung und Fehlerdiagnose - Moderne Methoden und ihre Anwendungen bei technischen Systemen', VDI Verlag, Düsseldorf, 1994. • VDI-RICHTLINIE 2206 'Entwicklungsmethodik für mechatronische Systeme', 2004.
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	schriftliche Prüfung (90min) oder mündliche Prüfung (30min)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. med. Dr.-Ing. Dr. h. c. (CTU Prag) Klaus Steffen Leonhardt

ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	90
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Identification and Control of Mechatronic Systems (601714401)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture and Exercise Identification and Control of Mechatronic Systems	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Modeling of Mechatronic Systems (Wahlpflichtfach)
Kennung	6017155
Version	v1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Einführung – was ist Mechatronik? Überblick, Motivation, Struktur • Grundlagen der Modellbildung • Systembegriff und Definition • Konstitutive Gleichungen: Erhaltungsgrößen in globalen Bilanzräumen, Zustandsgleichungen, Phänomenologische Gleichungen • Modellbildung mechanischer Systeme: Grundlagen der Mechanik (Kinematik, Kinetik/Dynamik), Newton'sche Gleichungen, Dynamische Modellierung von Maschinenelementen, Feder-Masse-Dämpfer-Systeme, Lagrange-Gleichungen 2. Art • Modellbildung elektrischer Systeme: Grundlagen der Elektrotechnik (Kirchhoff'sche Gleichungen komplex), Dynamische Modellierung von elektronischen Schaltungen, Dynamische Modellierung von Linearaktoren und Antrieben, Lagrange-Gleichungen 2. Art für elektrische und elektromechanische Systeme • Modellierung von thermischen Systemen: Bilanzierung der Energie, Modellierung eines Ausgleichsprozesses, Formale Klassifikation von partiellen Differentialgleichungen • Modellierung von fluidischen Systemen: Hydrostatik, Kontinuitätsgleichung, Hagen-Poiseuille # • Verallgemeinerte Vierpol-Theorie: Grundlage der Vierpoltheorie, Analogiebetrachtungen: mechanische / elektrische / chemische / fluidische / thermische Systeme, Generalisierte Ströme und Potentiale • Robotische Systeme: Einführung, Beschreibung einer seriellen kinematischen Kette, Dynamische Modellierung mit Hilfe der Lagrange-Gleichungen 2. Art
Lernziele/Lernergebnisse	Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage • Methoden der theoretischen Modellierung dynamischer Systeme zu verstehen. • in Analogien zu denken und die grundlegenden Gemeinsamkeiten zwischen elektrischen, mechanischen, hydraulischen, pneumatischen, thermischen und medizinischen Systemen zu benennen. • Teilkomponenten integrierter mechatronischer Systeme einheitlich zu analysieren und zu beschreiben. Zusätzlich erlernen die Studierenden die Fähigkeit, das CAE Tool Matlab/SIMULINK zur Modellierung und Identifikation von Systemen einzusetzen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Systemtheorie 1 und 2 (oder ähnlich umfassende Einführungsveranstaltung in Regelungstechnik)
Literatur	• R. Isermann, „Mechatronische Systeme", 2. Auflage, Springer Verlag, Heidelberg, 2008. • C.W. de Silva, „Mechatronics – an integrated Approach", CRC Press, Boca Raton, FL, 2005. • R.H. Bishop (ed.), "Mechatronics – an Introduction", CRC Press, Boca Raton, FL, 2006. • B. Heimann, W. Gerth und K. Popp, „Mechatronik: Komponenten - Methoden – Beispiele", 3. Aufl., Carl
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	schriftliche Prüfung (90 min) oder mündliche Prüfung (30 min)
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr. med. Dr.-Ing. Dr. h. c. (CTU Prag) Klaus Steffen Leonhardt
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	90
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Exam Modeling of Mechatronic Systems (601715501)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture and Exercise Modeling of Mechatronic Systems	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	3

Modultitel	Simulationstechnik für Energiesysteme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4022638
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Lecture 1: Introduction and general concepts of modeling and simulation Lecture 2: State Space methods Lecture 3: State Space methods Lecture 4: Topological methods Lecture 5: Topological methods Lecture 6: Equation based (acasual) methods Lecture 7: Equation based (acasual) methods Lecture 8: Computer implementation of simulation solvers Lecture 9: Computer implementation of simulation solvers Lecture 10: Simulation parallelization Lecture 11: Simulation parallelization Lecture 12: Real-Time Simulation and Hardware-In-the-Loop
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and understanding: The course has two main goals. Introduce students to the use of modeling and simulation techniques to support design of energy systems. Provide students with the prerequisites to conduct research in the development of new simulation methods and solvers. Upon successful completion of the class: • The student will understand the advantage and limit of state space and nodal methods for the modeling of energy systems. • The student will understand how modeling and programming choices affect simulation execution time and accuracy. • The student will understand the role of numerical methods selection in the performance of a energy systems simulator • The student will familiarize with modern energy systems through the development of models of energy conversion devices and energy grids Skills and competences: • The student will be able to create and solve physics-based dynamic models of non-linear electrical or electromechanical systems. • The student will be able to evaluate how modeling and programming choices affect simulation execution time and accuracy. • The student will be able to create physics-based dynamic models in a reusable form by using object oriented programming languages. • The student will be able to select and implement appropriate computational methods for the simulation of energy systems

	• The student will be able to implement simulation software using serial and parallel execution methods. • The student will be able to select and use commercial simulation tools on the base of analysis and design requirements.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Basic knowledge of: • Object oriented programming • Parallel programming • Linear systems theory • Numerical linear algebra
Literatur	Material will be provided by the instructor Further recommended literature: F. Cellier, E. Kofman "Continuos Systems Simulation" Springer, ISBN 978-0-387-30260-7
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	-
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing Andrea Benigni
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Simulationstechnik für Energiesysteme (402263801)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Simulationstechnik für Energiesysteme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Übung Simulationstechnik für Energiesysteme	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1

Modultitel	Finite-Elemente-Technologie (Wahlpflichtfach)
Kennung	3014576
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Wiederholung der Grundgleichungen der Mechanik (lineare Elastizitätstheorie); Diskussion der Leistungsfähigkeit verschiedener Finite-Elemente-Formulierungen unter den Aspekten numerische Effizienz und Genauigkeit; Erklärung der Begriffe Locking, Hourglass-Instabilität; Einführung verschiedener, in der Praxis genutzter Finite-Elemente-Technologien zur Verbesserung des Verhaltens der Standard-FEM: Reduzierte Integration mit Hourglass-Stabilisierung, Enhanced-Strain-Methode, B-Bar-Methode; Beispiele aus der Praxis: Strukturen aus Stahl und Stahlbeton; Praktikum zum Selberrechnen, Umgang mit kommerziellen Programmsystemen.
Lernziele/Lernergebnisse	Kenntnis der klassischen Finite-Elemente-Methode; Verständnis der dabei auftretenden Probleme; Kenntnis geeigneter Finite-Elemente-Technologien zur Verbesserung der numerischen Ergebnisse; Sicherheit in der Anwendung der Finite-Elemente-Methode; Sicherer Umgang mit kommerziellen Programmsystemen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Zienkiewicz, Taylor: The Finite Element Method, Butterworth & Heinemann; Belytschko, Liu, Morgan: Nonlinear Finite Element Analysis for Continua and Structures, John Wiley & Sons.
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Benotete Klausurarbeit. Es gibt keine Voraussetzungen für die Teilnahme an der Klausurarbeit.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Stefanie Reese
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	120
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	135,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktikum Finite-Elemente-Technologie (301457602 2)	2. Semester	1. Semester	0	1
Klausurarbeit (oder mündliche Prüfung) Finite-Elemente-Technologie (301457601 2)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Finite-Elemente-Technologie (2)	2. Semester	1. Semester	-	1
Übung Finite-Elemente-Technologie (2)	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Seminar: Learning-based Control (Wahlpflichtfach)
Kennung	4023501
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	The use of machine learning and artificial intelligence has huge potential for building future engineering systems such as autonomous robots, vehicles, or smart infrastructure systems. However, important research challenges have to be overcome to have Al-systems operate in the real world such as the need for safety guarantees, data-efficient methods, and the combination of prior knowledge with data. Learning-based control is a recent and very active area of research that addresses these challenges and broadly denotes the intersection of the areas of automatic control and machine learning. This seminar will introduce you to this active area by studying recent research papers and topics including, for example, Gaussian processes for dynamics and control, (deep) reinforcement leaming, hybrid physics- and databased modeling, and verification for learning-based control. This is an interdisciplinary seminar offered in Mechanical Engineering and Computer Science.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: You will learn about topics of current research in the area af learning-based control. Fertigkeiten und Kompetenzen: You will gain hands-on experience on conducting literature research and scientific study of a current research topic in learning-based control Sonstiges (fakultativ): Participants will study independently and familiarize themselves with a chosen topic in the area of learning-based control (literature study). Each participant writes a paper and gives a presentation on their topic. Paper and topics will be shared and discussed within the seminar group.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Prior knowledge in automatic control or machine learning is recommended.
Literatur	Literature will be distributed after assignment of topics.
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Written homework (60%) and presentation (40%). Attendance in seminar is mandatory
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantwortlicher: ;Univ.-Prof. Dr. Sebastian Trimpe

ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	105,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar: Learning-based Control (402350101)	1. Semester	2. Semester	4	2

Modultitel	Sicherheitsforschung und Zukunftsforschung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4024158
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Das Forschungsfeld der Sicherheitsforschung gewinnt in vielerlei Hinsicht zunehmend an gesellschaftlicher Bedeutung. Obwohl moderne Gesellschaften in Zeiten höchster Sicherheit leben, steigt das individuelle Sicherheitsbedürfnis stetig weiter. Sicherheit kann einerseits als persönliches Gut jedes Menschen gesehen werden, das die Lebensqualität maßgeblich bestimmt. Andererseits spielt Sicherheit eine Schlüsselrolle in der politischen Stabilität und Rechtsstaatlichkeit eines Landes. Verschiedene Faktoren verdeutlichen die zunehmende Wichtigkeit der Sicherheitsforschung: • Konzentration der Bevölkerung in Ballungszentren • wachsende Vernetzung unterschiedlichster Lebensbereiche und –funktionen • Übergang zu einer global vernetzten Informations- und Dienstleistungsgesellschaft • höhere Verwundbarkeit durch Naturkatastrophen, Angriffe und Störungen vielfältiger Art Kernziel der Sicherheitsforschung ist es, die Sicherheit der Bürger*innen zu gewährleisten sowie die Fähigkeit zu entwickeln, Bedrohungen und Gefahren abzuwehren oder zu minimieren bzw. Krisen zu bewältigen. Dafür müssen zuverlässig funktionierende Infrastrukturen (z. B. Versorgungsketten, Verkehrswege, Kommunikations- und Bankensysteme) als Basis moderner Gesellschaften realisiert werden. Die Sicherheitsforschung zielt dabei darauf ab, Verwundbarkeiten rechtzeitig zu erkennen, zu analysieren und Vorschläge bzw. Technologien zur Minderung oder Vermeidung von Risiken zu entwickeln, ohne in Freiheitsrechte einzugreifen. Bei der Frage, mit welchen Technologien diese Fähigkeiten erreicht werden können, spielen die Ingenieurswissenschaften eine entscheidende Rolle. Da Ingenieur*innen maßgeblich an der Gestaltung neuer Technologien beteiligt sind ist es entscheidend, an der Schnittstelle zwischen Sicherheitsforschung und Ingenieurswissenschaften interdisziplinär zusammenzuarbeiten. Das Seminar hat das Ziel, Studierenden der Ingenieurwissenschaften in diesem Sinne die relevanten Grundlagen der Sicherheitsforschung zu vermitteln, um Ingenieur*innen auf entsprechende Aufgaben in der Praxis vorzubereiten. Im Rahmen der Veranstaltung werden zu Beginn die terminologischen Grundlagen sowie verschiedene Konzepte der Sicherheitsforschung erörtert. Auf dieser Grundlage werden Märkte für Sicherheitstechnologien diskutiert sowie die europäische und deutsche Sicherheitsforschung erläutert.
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Das Seminar Sicherheitsforschung und Zukunftsforschung stellt eine thematische Ausgliederung der Vorlesung Methoden der Zukunftsforschung – Technologieanalysen dar. Inhalte, die in der Vorlesung nicht tiefergehend behandelt werden können, werden im Rahmen des Seminars aufgegriffen. Die Studierenden lernen grundlegende Fakten, Methoden und Theorien der Sicherheitsforschung (z. B. Kategorien von Gefährdungen, kritische Infrastrukturen, europäisches Sicherheitsforschungsprogramm, Global Risks Report) sowie ihre Terminologie (z. B. innere und äußere Sicherheit) kennen. Auf dieser Basis erlernen die Studierenden die Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Bereichen der Sicherheitsforschung (z. B. Abgrenzung Sicherheit – Risiko – Gefahr). In partizipativen Gruppenübungen wenden die Studierenden das erlernte Wissen an und lernen an praktischen Beispielen, wie Sachverhalte und Problemstellungen im Bereich der Sicherheitsforschung zu analysieren und bewerten sind. Fertigkeiten und Kompetenzen:

	• Einüben partizipativer Arbeitsweisen • Erlernen von Kreativitäts- und Workshoptechniken • Arbeiten in Arbeitsgruppen • Präsentation von Arbeitsergebnissen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Interesse an fachübergreifenden Fragestellungen • Fähigkeit zur Teamarbeit • Spaß an kreativem Denken
Literatur	-
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine Hausarbeit und ein Referat oder ein Referat oder eine Hausarbeit
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael Lauster
ECTS Credits	2
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	60,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	45,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Sicherheitsforschung und Zukunftsforschung (402415801)	2. Semester	1. Semester	2	2

Modultitel	Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017421
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	1) Einführung: Motivation, Marktrelevanz, Übersicht relevanter Verfahren 2) Selective Laser Melting: Verfahrensprinzip, Entwicklung von Prozessstrategien, Qualitäts- und Kostenoptimierung, High Power SLM 3) Laser Metal Deposition: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele 4) Selective Laser Sintering & Stereolithographie: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele 5) Dünnschicht-Verfahren: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele 6) Werkstoffe & Prozesskontrolle: Materialklassen, Eigenschaften & Einsatzgebiete, Materialherstellung und Qualitätssicherung, Qualitätsaspekte in der Additiven Fertigung, Systemtechnik und Prozesssensorik, Steuerung & Regelung von Laserfertigungsprozessen 7) Design for Additive Manufacturing I: Agiles Projektmanagement in der Additiven Fertigung, Erweiterung der CAE Prozesskette, Software AM, AM gerechte Produktentwicklung 8) Design for Additive Manufacturing II: Simulationsgetriebene Designprozesse (Topologieoptimierung, Integration von Gitterstrukturen, Funktionsintegration) 9) Arbeitsvorbereitung I: Jobvorbereitung (Datenkontrolle und Aufbereitung, CAM (SLM vs. LMD), Teileplatzierung & Materialhandling, Arbeitssicherheit und Umwelt. 10) Arbeitsvorbereitung II: Simulation (Schmelzdynamik, Wärmetransport, Gefüge, Spannungen, Gasströmung und Düsenauslegung) 11) Folgeprozesse: Wärmenachbehandlung, Oberflächenfinishing, Hybridanwendungen, Automatisierungskonzepte. 12) Anwendungsfelder und Märkte: Heutige Anwendungsfelder & Erwartete Entwicklungen, Wirtschaftlichkeit, Ggfs. Rechtsfragen 13) Zusammenfassung und Future Trends: Schlüsseleigenschaften der AM- Technologie, Übersicht der physikalischen und digitalen Prozesskette, Ausblick
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: - Die Studierenden kennen die wesentlichen AM-Verfahren sowie deren grundlegenden Eigenschaften und Anwendungen. - Die Studierenden sind in der Lage die AM-Technologien gegenüber konventionellen Fertigungsverfahren abzugrenzen. - Die Studierenden haben Kenntnis über AM-spezifische Konstruktionsregeln sowie simulationsgetriebene Designprozesse. Zudem sind Ihnen die wesentlichen vor- und nachgelagerten Prozessschritte sowie die Wechselwirkungen entlang der digitalen und physischen Prozesskette bekannt.

	- Die Studierenden kennen die wesenllichen Einflussfaktoren auf die wirtschaftliche Anwendbarkeit der AM-Technologie. - Die Studierenden haben Kenntnis über angrenzende Themengebiete, welche mit den heutigen Anwendungsfeldern und den erwarteten Entwicklungen einhergehen. Fertigkeiten und Kompetenzen: - Die Studierenden sind in der Lage Lösungen zu vorgegebenen Fragestellungen selbstständig zu erarbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: - Kenntnisse der Fertigungstechnik - Kenntnisse der Wärme- und Stoffübertragung - Kenntnisse der Lasertechnik
Literatur	Vorlesungsskript, Übungsaufgaben
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantworlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Johannes Schleifenbaum
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse (401742101)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Vorlesung Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Data Driven Foresight - Quantitiative Methoden der Zukunftsforschung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4025605
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Quantitative und daten-getriebene Methoden, welche umfangreiche verfügbaren Datensätze für die Zukunftsforschung nutzbar machen, gewinnen in den letzten Jahren zunehmend an Bedeutung und werden mehr und mehr in der entsprechenden Community angewandt, diskutiert und weiterentwickelt. Diese Lehrveranstaltung wird in das aktuelle Forschungsthema Data Driven Foresight einführen und an den Stand der Forschung heranführen. Neben den Chancen, welche die Nutzung von Daten in diesem Kontext mit sich bringt, sollen auch die Herausforderungen und Grenzen dieses Ansatzes thematisiert werden. Nach einer kurzen Anbindung und Einordnung von Data Driven Foresight in das übergeordnete Thema Zukunftsforschung, werden zunächst die verschiedenen Methoden in diesem Bereich erörtert. Dazu zählen informetrische Ansätze aus dem Bereich der Bibliometrie bzw. Patentometrie, welche die statistische Analyse von Publikations- und Patentdaten für die Zukunftsforschung (speziell die Technologiefrühaufklärung) nutzbar machen. Zusätzlich wird erörtert, wie diese Ansätze für die wissenschaftliche Recherche genutzt werden können. Darauf aufbauend werden Verfahren aus dem Bereich Data Mining, Netzwerkanalysen und des maschinellen Lernens erörtert. Anschließend werden weitere methodische Ansätze aus dem Bereich des Text Minings und der Computerlinguistik erläutert. Außerdem wird erläutert und diskutiert, welche Ansätze existieren und genutzt werden können, um die Daten und Analyseergebnisse zu visualisieren. Die Methoden werden sowohl im Hinblick auf die theoretischen Grundlagen als auch im Hinblick auf die konkrete Anwendung in Projekte, sowie die Interpretation der Ergebnisse, dargestellt und diskutiert
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Im Rahmen der Vorlesung "Data Driven Foresight - Quantitiative Methoden der Zukunftsforschung" erlernen die Studierenden zunächst einen Überblick über die Methodenlandschaft im Bereich quantitativer, daten-getriebener Methoden der Zukunftsforschung. Dazu zählen Methoden aus den folgenden Teilbereichen: 1. Data Mining und Text Mining 2. Bibliometrie, Szientometrie und Patentometrie 3. Maschinelles Lernen 4. Visualisierungen Dabei wird Ihnen auch ein Verständnis vermittelt, wie diese methodischen Ansätze in den Gesamtkontext der Zukunftsforschung eingeordnet werden und in welchen Prozessphasen eines konkreten Foresight- und Innovationsprozesses sie angewandt werden können. Ferner lernen die Studierenden Ansätze der wissenschaftlichen Recherche und das Erschließen neuer (wissenschaftlicher) Themen kennen. Diese wenden Sie beispielhaft im Rahmen einer quantitativen Technologieanalyse zusammen mit einigen der erlernten Methoden aus dem Bereich der quantitativen Methoden der Zukunftsforschung auch an. Auf diese Weise soll erreicht werden, dass die Studierenden nicht nur Technologiethemen hinsichtlich ihres Potenzials bewerten können. Sie sollen damit auch in die Lage versetzt werden, die Einsatzmöglichkeiten, Herausforderungen und Grenzen daten-

	getriebener Methoden in der Zukunftsforschung sowie die Interpretation der Ergebnisse im Kontext der Zukunftsforschung bewerten zu können. Fertigkeiten und Kompetenzen: Aufbauend auf dem erlernten Methodenwissen, entwickeln die Studierenden folgende Fertigkeiten und Kompetenzen im Rahmen dieser Lehrveranstaltung: 1. Recherchekompetenzen: Die Studierenden erarbeiten sich weitgehende Kompetenzen im Bereich der wissenschaftlichen Literaturrecherche und der dazu notwendigen Fertigkeiten. Diese sind sowohl im Bereich der Zukunftsforschung von Bedeutung als auch im Bereich des wissenschaftlichen Arbeitens. 2. Visualisierungskompetenzen: Neben den Grundlagen für die Erstellung von guten Visualisierungen erwerben die Studierenden auch Kompetenzen, wie man geeignete Visualisierungsverfahren auswählt, welche Designaspekte zu beachten sind und wie Visualisierungen in den Gesamtkontext eines Projektes (das sogenannte Story Telling) integriert werden können. Dazu zählt auch die Kompetenz, die Ergebnisse adressatenadäquat zu präsentieren. 3. Die Kompetenz, Daten in einem komplexen Zusammenhang (hier Zukunftsforschung) einzuordnen, zu verstehen und zu interpretieren, stellt den zentralen Punkt dieser Lehrveranstaltung dar. Diese Kompetenzen werden im Rahmen eines kleinen Projektes angewandt werden, so dass Kompetenzen im Bereich der Projektarbeit vertieft werden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: - Interesse an fachübergreifenden Fragestellungen - Interesse an Daten, Visualisierungen, IT-Ansätzen und/oder Programmieren - Spaß an kreativem Denken und projektbezogener Arbeit - Vorlesung Methoden der Zukunftsforschung I&II
Literatur	[1] DUIN, Patrick van der (Hrsg.): Foresight in organizations : Methods and tools. New York NY : Routledge, 2016 (Routldedge Advances in Management and Business Studies) [2] EVERGREEN, Stephanie D. H.: Effective data visualization : The right chart for the right data. Los Angeles : SAGE, 2017 [3] GLÄNZEL, Wolfgang (Hrsg.); MOED, Henk F. (Hrsg.); SCHMOCH, Ulrich (Hrsg.); THELWALL, Mike (Hrsg.) Empfohlene weiterführende Literatur: Es werden während der Veranstaltung bzw. am Ende jedes Termins entsprechende Hinweise gegeben.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Benotung erfolgt durch eine Abschlusspräsentation.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. Michael Lauster
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	2
Prüfungsdauer (min)	-

Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	30,0
Selbststudium (h)	60,0

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Seminar Data Driven Foresight - Quantitiative Methoden der Zukunftsforschung	1. Semester	keine Semesterempfehlung	3	2

Modultitel	Sustainable Computational Engineering (Wahlpflichtfach)
Kennung	4026630
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	• Modellentwicklungszyklus (math. Modell, numerische Methode, Verifikation, Validierung) • Modellsystematik und -klassifikation • Python/Jupyter zur Organisation eines Modellierungsworkflows • Vermittlung eines Überblickes über gängige OA Simulationssoftware • Versionskontrolle und kollaborative Softwareentwicklung mit git • Continuous Integration • Container und Docker • Reproduzierbarkeit und Lifecyclemanagement von Simulationsresultaten • Softwarelizenzen • oFAIR Datenmanagement und Lifecycle Management von Daten • gängige Datenbank APIs und Echtzeitanbindung an Datenbanken • reproduzierbare Datenauswertung • Datenlizenzen
Lernziele/Lernergebnisse	Wissen und Verstehen: Die Studierenden haben einen Überblick über Methoden der nachhaltigen Entwicklung computergestützter Methoden. Sie kennen die verschiedenen Phasen des Modellentwicklungszyklus‘ inklusive Modellformulierung, Implementation einer numerischen Lösungsstrategie, Verifikation und Validierung und können damit die Entwicklung eines neuen Simulationsmodelles konzeptionell planen. Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis, wie Instrumente der kollaborativen und nachhaltigen Softwareentwicklung angewendet werden können, z.B. git, CE, docker. Sie haben einen Überblick über gängige OA. Sie kennen oFAIR Paradigmen und können Daten entsprechend der Leitlinien organisieren. Sie können Daten- und Softwarelizenzen projektadäquat auswählen. Die Studierenden sind in der Lage einfache Modellierungs- und Datenauswerteworkflows in Jupyter/Python umzusetzen. Fertigkeiten und Kompetenzen: Die Übungen werden im Tandem, bzw. in Kleingruppen kollaborativ bearbeitet und finden im zweiwöchentlichen Turnus alternierend mit einer virtuellen Q&A Stunde statt. Implementatorische Arbeiten werden in Jupyter/Python bearbeitet.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlegende Kenntnisse über Simulationsmethoden, grundlegende Programmierkenntnisse, z.B. in Python
Literatur	Wird bei Start der Vorlesung zur Verfügung gestellt
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Schriftliche Ausarbeitung + Vortrag. Die Note ergibt sich zu 50% aus dem Vortrag und zu 50% aus der schriftlichen Ausarbeitung. Bonuspunkte aus den zweiwöchentlichen Hausaufgaben werden auf

	die Leistungen der schriftlichen Ausarbeitung angerechnet. Die Bonuspunkte machen bis zu 10% der schriftlichen Ausarbeitung aus. Auf die Vortragsnote wirken sie sich nicht aus.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. Julia Kowalski
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	45,0
Selbststudium (h)	105,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Sustainable Computational Engineering (402663001)	2. Semester	1. Semester	5	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Sustainable Computational Engineering	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Sustainable Computational Engineering	1. Semester	2. Semester	-	2

Modultitel	Künstliche Organe I für Naturwissenschaftler und Ingenieure (Wahlpflichtfach)
Kennung	9026650
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Innerhalb der Vorlesung Künstliche Organe für Naturwissenschaftler und Ingenieure werden die Anatomie und Physiologie verschiedener Organsysteme erklärt und darauf aufbauend die grundlegenden Anforderungen und Auslegung der Künstlichen Organe als technischer Ersatz der nativen Organe gelehrt. In Künstliche Organe I werden Grundlagen im Bereich der Blutströmung und Hämokompatibilität gelegt sowie Medizinprodukte und Therapien zur Unterstützung und zum Ersatz vom Herzen (Stents, Endovaskuläre Prothesen, Herzklappenprothesen, Herzunterstützungspumpen und künstliche Herzen) behandelt. Neben den theoretischen Kenntnissen werden in Gastvorlesungen von klinischen Wissenschaftlern auch die praktische Anwendung der Produkte und Therapien im Klinikalltag gezeigt.
Lernziele/Lernergebnisse	Nach der Vorlesung Künstliche Organe I sind grundlegende anatomische Kenntnisse der Organsysteme Blut und Herz vorhanden. Darauf aufbauend sind die Anforderungen an technische Ersatzsysteme sowie Kenntnisse in der theoretischen und konstruktiven Auslegung solcher Systeme bekannt. Insbesondere wurden Einblicke in aktuelle Medizinprodukte und Forschungsrichtung der benannten Organsysteme gegeben.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisation: Dr. Marion Grande Modulverantwortliche: Prof. Dr. Ulrich Steinseifer, Dr. Sebastian Jansen
ECTS Credits	4
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	90
Gesamtstunden (h)	120,0
Präsenzstunden (h)	45,0

Selbststudium (h)	75,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Klausur Künstliche Organe I (902665001)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Künstliche Organe I	2. Semester	1. Semester	-	2
Praktikum Künstliche Organe I	2. Semester	1. Semester	-	1

Modultitel	Software in mobilen Antrieben (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011552
Version	V2_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	In der Vorlesung werden Studenten der Fachrichtung Maschinenbau in die Thematik Funktions- und Softwareentwicklung eingeführt, die für die moderne Antriebsstrangentwicklung unerlässlich, jedoch traditionell in anderen Fachbereichen (Naturwissenschaften, Informatik) beheimatet ist. Startend mit den Systemanforderungen moderner Antriebe werden die notwendigen Entwicklungsaktivitäten, Technologien und Methoden für die nachfolgenden Entwicklungsschritte (Spezifikation, Architekturentwicklung, Implementierung, Test, Abnahme) einzeln erläutert. In der Übung wird der Stoff der Vorlesung anhand von praxisnahen Fallgestaltungen in Vortrag und Diskussion sowie praktischen Anteilen (Erstellung einer Softwarefunktion mit Matlab/Simulink) aktualisiert und vertieft. Die Vorlesung richtet sich an insbesondere Ingenieurinnen und Ingenieure, die Einblick in moderne Antriebsentwicklung gewinnen möchten und sich gegebenenfalls beruflich die Richtung Funktions- und Softwareentwicklung orientieren möchten. Ziel der Vorlesung ist es, das notwendige Basiswissen zu vermitteln, das für die tägliche Arbeit im Beruf erforderlich ist.
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogene Lernziele: - Verständnis zur Einordnung von Software-Entwicklung in die Antriebsstrangentwicklung - Kenntnis der Software-Entwicklungsaktivitäten und ihrer Beziehungen zueinander - Kenntnis des Stands der Technik und zukünftiger Software-Trends und Herausforderungen - Praktische Erfahrungen zur teamorientierten Software-Entwicklung Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc): - Teamarbeit
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Notwendige Voraussetzungen: - keine Empfohlene Voraussetzungen: - Bachelor Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen oder Computational Engineering Sciences
Literatur	Folien zur Vorlesung und Übung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Prüfung (Standard-Notenskala)
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Professor als Juniorprofessor Dr.-Ing. Jakob Andert
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Software in mobilen Antrieben (401155201)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Software in mobilen Antrieben	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Vorlesung Software in mobilen Antrieben	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

Modultitel	Computer simulation and machine learning for molecular medicine (Wahlpflichtfach)
Kennung	9028764
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2023
Gültig bis	-
Modulniveau	-
Inhalt	* Structure of biomolecules: Structural databases, Methods for structural determination * Molecular Dynamics (MD): Recall of statistical mechanics/Ergodic hypothesis, Periodic boundary conditions, Long-/short-range interactions, Force fields, Thermostat and barostat algorithms, Applications in biology and medicine (Biomolecular stability, Typical biomolecules' interactions, Dynamics, Hot-spots) *Drug Design: Docking, Hit-to-lead optimization * MD and Drug design: Ligand and protein flexibility, Effect of mutations, Free-energy and binding kinetics * Machine Learning (ML) in biomolecular simulations and drug design: ML potentials and collective variables, ML approaches for virtual screening
Lernziele/Lernergebnisse	Knowledge and Understanding: * The students are familiar with structure and functions of biomolecules (proteins, DNA, RNA) * The students are conversant in biomolecular force-fields and molecular dynamics simulation * The students understand free energy methods, molecular docking, chemoinformatics for drug design and digital pharmacology * The students become acquainted with HPC-based applications in biophysics and molecular medicine * The students know machine-learning methods for molecular simulations Skills and Competencies: * The students learn to visualize and analyze the structural determinants of biomolecules by using computer graphics codes * The students learn to predict poses and affinities of drugs binding to their target proteins * The students exploit machine-learning approaches to describe pharmacologically relevant processes Others: Team working Presentation
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Recommended Prerequisites: Familiarity with Linux\Unix systems Python programming language Basics in Thermodynamics Basics in Statistical Mechanics Basics in Programming language
Literatur	Own lecture notes "Protein Physics" by Alexei Finkelstein, Oleg Ptitsyn "Computer Simulation of Liquids" by Michael. P. Allen, Dominic J. Tidesley

	"Molecular Modeling - Principles and Applications" by Andrew R. Leach "Deep Learning for Molecules and Materials" by Andrew D. White (https://dmol.pub/intro.html) "Introduction to Machine Learning with Python" by Andreas C. Müller, Sarah Guido
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	A written or an oral exam
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisation: Medizinische Fakultät Modulverantwortliche: Univ.-Prof. Dr. Giulia Rossetti
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	4
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	120,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Computer simulation and machine learning for molecular medicine (902876401)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Computer simulation and machine learning for molecular medicine	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Übung Computer simulation and machine learning for molecular medicine	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

+ Masterarbeit (4014481)

Modultitel	Masterarbeit (Pflichtfach)
Kennung	4014481
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2012
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	-
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	45 CP
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	-
Sonstiges	-
Modulverantwortung	-
ECTS Credits	30
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	900,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Masterarbeit (401448101)	3. Semester	keine Semesterempfehlung	30	0