

Modulhandbuch für Verfahrenstechnik (Master 1 Fach)



Prüfungsordnungsbereich



Modulangebot



Prüfungsangebot



Lehrangebot

Prüfungsordnungsbeschreibung:	7 >
Übergreifender Pflichtbereich.....	8 >
[4011679] Bioprozesskinetik.....	8 >
[4012527] Chemische Verfahrenstechnik.....	11 >
[4014440] Mechanische Verfahrenstechnik.....	14 >
[4011584] Modellierung technischer Systeme.....	16 >
[4011515] Thermische Trennverfahren.....	19 >
[4013378] Verfahrenstechnisches Seminar.....	22 >
[4012506] Verfahrenstechnik im Team (Projektarbeit).....	24 >
Übergreifender Wahlpflichtbereich.....	27 >
[4012502] Alternative Energietechniken.....	27 >
[1515609] Angewandte molekulare Katalyse.....	30 >
[4014361] Angewandte molekulare Thermodynamik.....	32 >
[4012508] Angewandte numerische Optimierung.....	35 >
[4012503] Angewandte Quantenchemie für Ingenieure.....	38 >
[4013318] Anlagenweite Regelung.....	40 >
[1513531] Chemie für Verfahrenstechnik.....	43 >
[4012507] Combustion Chemistry.....	45 >
[4011673] Computational Systems Biotechnology.....	47 >
[4013389] Energiesystemtechnik.....	49 >
[1515608] Soft Matter Nanotechnology.....	52 >
[4014846] Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren.....	54 >
[4014322] Interdisziplinäres Praktikum Biotechnologie/Bioverfahrenstechnik.....	56 >
[4011559] Laser in Bio- und Medizintechnik.....	58 >
[4011691] Lasermesstechnik.....	61 >
[4013856] Medizinische Verfahrenstechnik.....	63 >
[4011665] Membranverfahren.....	66 >
[1113434] Modellgestützte Schätzmethoden.....	69 >
[4011054] Numerische Strömungsmechanik I.....	72 >
[1515596] Physikalische Festkörperchemie.....	75 >
[1515607] Praktikum Allgemeine und Analytische Chemie I.....	78 >
[4010853] Produktaufarbeitung.....	80 >
[4011561] Rheologie.....	82 >
[4010858] Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of Oxygen and Carbon Dioxide.....	85 >
[4012510] Modellierung in der elektrochemischen Verfahrenstechnik.....	87 >
[4014362] Energy from Biofuels.....	90 >
[4014840] Regenerative Brennstoffe.....	92 >
[4011012] Industrielle Umwelttechnik und Luftreinhaltung.....	94 >
[4011677] Mikrofluidik und Einzelzell-Analyse in der Biotechnologie.....	96 >
[4014357] Angewandte Chemische Verfahrenstechnik.....	98 >
[4016359] Computational Systems Biotechnology 2.....	100 >
[4017422] Angewandte Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik.....	102 >

[4017038] Online-Analytik von Fermentierungsprozessen.....	104 >
[4017429] Modellprädiktive Regelung Energietechnischer Systeme.....	106 >
[4012306] Höhere Regelungstechnik.....	109 >
[1618278] Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie.....	111 >
[4017849] Regelungstechnisches Seminar.....	114 >
[4017883] Ramanspektroskopie in der Energie- und Verfahrenstechnik	116 >
[4020492] Apparateinnovationen in der chemischen Industrie.....	118 >
[4021730] Grundlagen der Lebensmittelverfahrenstechnik.....	120 >
[4014360] Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen.....	123 >
[4017887] Mehrphasenströmung.....	126 >
[3022850] Water and Wastewater Treatment Technologies.....	128 >
[4010856] Strom- und Wärmeversorgungsanlagen.....	130 >
[4023578] Elektrochemische Reaktoren.....	133 >
[4025546] Produkt- und Prozessdesign in der Biomedizin.....	136 >
[4026527] Seminar: Elektrochemische Anwendungen in Forschung und Industrie.....	139 >
[1525725] Colloid Chemistry.....	141 >
[1525699] In Situ Spectroscopy for Process Control.....	143 >
[4012529] Katalyse in Mobilen Antrieben.....	145 >
[4023521] Wärmepumpensystemtechnik.....	147 >
Wahlpflichtbereich Mathematisch/ naturwissenschaftlich/ technisch.....	149 >
Technik & Naturwissenschaften.....	149 >
[4011601] Bewegungstechnik.....	149 >
[4010883] Bioreaktortechnik.....	152 >
[4011489] Computergestütztes Optikdesign.....	155 >
[4012291] Computational Contact Mechanics.....	158 >
[4012505] Continuum Mechanics.....	161 >
[4011028] Energiewirtschaft.....	164 >
[4011490] Fahrzeug- und Windradaerodynamik.....	166 >
[4011486] Failure of Structures and Structural Elements.....	168 >
[4011055] Gasdynamik.....	170 >
[4011681] Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik.....	173 >
[4014348] Laserstrahlquellen.....	176 >
[4011018] Numerische Strömungsmechanik II.....	179 >
[4014422] Reaktionstechnik.....	182 >
[4014349] Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I.....	185 >
[4011488] Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II.....	188 >
[4010855] Thermodynamik der Gemische.....	191 >
[4014337] Strömungsmechanik II.....	194 >
[4010886] Strömungsmessverfahren I.....	197 >
[4014352] Strömungsmessverfahren II.....	200 >
[4011687] Strömungs- und Temperaturgrenzschichten.....	202 >
[4013379] Wärme- und Stoffübertragung II.....	204 >

[4014361] Angewandte molekulare Thermodynamik.....	206 >
[4013389] Energiesystemtechnik.....	209 >
[4011054] Numerische Strömungsmechanik I.....	212 >
[4011494] Modellierung komplexer chemischer Reaktionsnetzwerke.....	215 >
[1113574] Mathematical Aspects in Computational Chemistry.....	217 >
[4016079] Feuerungstechnik.....	219 >
[4016359] Computational Systems Biotechnology 2.....	221 >
[4017428] Machine Dynamics of Rigid Systems.....	223 >
[4013866] Advanced Finite Element Methods for Engineers.....	225 >
[4011487] Dynamik der Mehrkörpersysteme.....	228 >
[4012524] Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau.....	231 >
[4017421] Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse.....	234 >
[4025605] Data Driven Foresight - Quantitative Methoden der Zukunftsforschung.....	237 >
[4012290] Nonlinear Structural Mechanics.....	240 >
[4011449] Numerical Methods in Mechanical Engineering.....	243 >
[4011600] Fundamentals of Machine Learning.....	246 >
[4028586] Elektrochemische Umwandlungs- und Speichersysteme für mobile Antriebe.....	248 >
Informatik	250 >
[1212310] Grundlagen der Computergraphik.....	250 >
[1211929] Inhaltsbasierte Ähnlichkeitssuche.....	252 >
[1215757] Angewandte Softwaretechnik im Lebenszyklus der Automobilelektronik.....	254 >
[1215750] Automatische Spracherkennung.....	256 >
[1212004] Berechenbarkeit und Komplexität.....	258 >
[1115472] Diskrete Strukturen.....	260 >
[1211977] Effiziente Algorithmen.....	262 >
[1214958] Einführung in die Technische Informatik.....	265 >
[1212353] Funktionale Sicherheit und Systemzuverlässigkeit.....	267 >
[1215696] Geometrieverarbeitung.....	269 >
[1212327] Graphalgorithmen.....	271 >
[1215720] High-Performance Computing.....	273 >
[1212354] Objektorientierte Softwarekonstruktion.....	275 >
[1212689] Parallele Algorithmen.....	277 >
[1212355] Software-Projektmanagement.....	279 >
[1212356] Software-Qualitätssicherung.....	281 >
[1211965] Softwaretechnik.....	283 >
[1215695] Statistische Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache.....	285 >
[1215697] Subdivision Kurven und Flächen.....	287 >
[1215724] Computer Vision.....	289 >
[1211969] Datenbanken und Informationssysteme.....	291 >
[1214961] Formale Systeme, Automaten, Prozesse.....	293 >
[1215690] Eingebettete Systeme.....	295 >
[1221327] Introduction to Algorithmic Differentiation.....	297 >

	[1212666] Formale Methoden für Steuerungssoftware.....	299 >
—	Mathematik.....	301 >
+	[1113467] Approximation, Bild- und Datenanalyse.....	301 >
	[1113550] Funktionentheorie I.....	303 >
	[1113473] Iterative Löser.....	305 >
	[1113595] Kontrolltheorie.....	307 >
	[1113669] Numerical Analysis IV.....	309 >
	[1115625] Numerische Mathematik.....	311 >
	[1111033] Optimierung A.....	314 >
	[1112717] Optimierung B.....	316 >
	[1113633] Partielle Differentialgleichungen II.....	318 >
	[1113554] Variationsrechnung I.....	320 >
	[1113649] Variationsrechnung II.....	322 >
	[1113553] Partielle Differentialgleichungen I.....	324 >
	[1113475] Seminar: Aktuelle Themen der Numerik I.....	326 >
	[1113574] Mathematical Aspects in Computational Chemistry.....	328 >
	[1121392] Finite Element and Volume Methods.....	330 >
	[1118272] Finite Element and Volume Methods I.....	332 >
	[1118273] Finite Element and Volume Methods II.....	334 >
—	Masterarbeit	336 >
+	[4014500] Masterarbeit.....	336 >

**Prüfungsordnungsbeschreibung:
Verfahrenstechnik (SPO-Version / 2011)**

Titel	Verfahrenstechnik
Kurzbezeichnung	MSVT
Version	2011
Studien- und Qualifikationsziele	<p>Der Masterstudiengang Verfahrenstechnik qualifiziert Absolvent*innen für anspruchsvolle Tätigkeiten in der Entwicklung, der Forschung und der Industrie, da sie über exzellente Fähigkeiten und Kenntnisse der Verfahrenstechnik verfügen. Absolvent*innen haben die Fähigkeit erlangt, Aufgaben und Problemstellungen in der Verfahrenstechnik selbständig zu lösen und die notwendigen Konzepte eigenständig zu erarbeiten. Hierzu sind Sie in der Lage, innovative wissenschaftliche Methoden anzuwenden bzw. neue zu entwickeln. Studierende, die einen Masterabschluss erworben haben, verfügen über folgende Qualifikationen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Absolvent*innen kennen die relevanten verfahrenstechnischen Grundoperationen und sind in der Lage, diese zu komplexen Prozessen zu verschalten (Prozessentwicklungen). Sie sind in der Lage, verfahrenstechnische Produkte zu entwickeln, zu charakterisieren und Herstellprozesse zu entwerfen (Produktsynthese). Sie beherrschen die zugrunde liegenden naturwissenschaftlichen Zusammenhänge und können dieses Wissen nutzen, um konkrete Aufgabenstellungen zu lösen. • Sie haben tiefgreifende Kenntnisse im Themenbereich der Verfahrenstechnik sowie des Chemieingenieurwesens erworben. Sie sind darüber hinaus in der Lage, schnell Brücken in verwandte Themengebiete zu schlagen, wie den klassischen Maschinenbau, die Werkstofftechnik, die Energietechnik, die Naturwissenschaften, die Mathematik und die Informatik. Die Breite ihrer künftigen Aufgabenfelder spiegelt sich in dem erworbenen Fachwissen und den sozialen Fähigkeiten wieder. • Die umfassende Kenntnis der Verfahrenstechnik befähigt sie, komplexe Herausforderungen in der Forschung und Entwicklung in der Industrie oder an Forschungseinrichtungen anzunehmen und Lösungen zu erarbeiten. Die Praxisnähe der Ausbildung qualifiziert sie zu wertvollen, innovativen und geistig hoch beweglichen Mitarbeiter*innen für die Industrie und die Forschung.
Qualifikationsprofil	
Weitere Informationen	

+ Bioprozesskinetik (4011679)

Modultitel	Bioprozesskinetik (Pflichtfach)
Kennung	4011679
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erweiterte Enzymreaktionskinetiken (Bi-uni, Ping-pong) <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Folgereaktionen durch mehrere Enzyme in einem Mikroorganismus oder durch mehrere Mikroorganismen <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wachstum filamentöser Mikroorganismen <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellierung einer Bäckerhefe mit Crabtree - Effekt <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Enzymreaktionen und Fermentationen mit einer zweiten flüssigen Phase • Schwingungen in Räuber - Beute - Populationen <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kultivierung phototropher Organismen (Algen) <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Shift- und Pulsexperimente bei Prozessen mit Produktinhibierung <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selektionsdruck in kontinuierlichen Reaktionen (Chemostat, Turbidostat, Einfluss von Wandwachstum) <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Induktion (chemisch oder durch Temperaturshift) bei der rekombinanten Proteinproduktion <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellierung von verschiedenen Regelstrategien (pO₂-stat, pH-stat, RQstat) <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Standardisierung einer Vorkultur durch Fed-batch Betriebsführung • Bilanzierung des Wassers bzw. des Volumens bei Hochzellldichtefermentationen <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verhalten von Mikroorganismen bei Limitierungen durch unterschiedliche Elemente • Zweitsubstratlimitierungen, Fed-batch und kontinuierliche Kultur mit gleichzeitiger Limitierung durch zwei Substrate <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellierung des pH-Wertes • Änderung der pH-Optima durch Immobilisierung <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optimierung des Volumenverhältnisses und der Zwischeneinspeisung bei einer zweistufigen Kaskade bei einem katabolitreprimierten System

+ Bioprozesskinetik (4011679)

	15 • Verhalten eines Reaktors mit immobilisierten Mikroorganismen beim Auftreten von Kontaminationen • Verhalten eines Reaktors mit immobilisierten substratinhibitierten 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 (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.): " 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

+ Chemische Verfahrenstechnik (4012527)

Modultitel	Chemische Verfahrenstechnik (Pflichtfach)
Kennung	4012527
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1 <ul style="list-style-type: none"> • Ideale Reaktoren mit Wärmetönung I • Stoffbilanz, Energiebilanz, RKD isotherm/adiabatisch • SRK isotherm/adiabatisch 2 <ul style="list-style-type: none"> • Ideale Reaktoren mit Wärmetönung II • RKK Wärmeerzeugungskurve, Wärmeabfuhrgerade, stabile Betriebspunkte, Hysterese • Reversible exotherme Reaktionen, optimale Temperaturführung 3 <ul style="list-style-type: none"> • Mikrokinetik chemischer Reaktionen • Homogen katalysierte Reaktionen • Heterogen katalysierte Reaktionen: Adsorption/Desorption, Katalytische Oberflächenreaktion, geschwindigkeitsbestimmender Teilschritt, Desaktivierung 4 <ul style="list-style-type: none"> • Kinetik von Stoff- und Wärmetransportvorgängen I • Molekulare Transportvorgänge • Modellierung (Ansatz nach Fick, Stefan-Maxwell) 5 <ul style="list-style-type: none"> • Kinetik von Stoff- und Wärmetransportvorgängen II • Diffusion in porösen Medien • (Molekular, Knudsen, Poiseuille) 6 <ul style="list-style-type: none"> • Kinetik von Stoff- und Wärmetransportvorgängen III • Transport an Phasengrenzflächen • Stofftransport ohne chem. Reaktion 7 <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenwirken von chemischer Reaktion und Transportvorgängen – Makrokinetik I • Einfluss chemischer Reaktionen auf den Stofftransport • Gas/Feststoffreaktionen 8 <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenwirken von chemischer Reaktion und Transportvorgängen – Makrokinetik II • Heterogen katalysierte Gasreaktionen: Äußere Transportvorgänge, Innere Transportvorgänge und chem. Reaktion 9 <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenwirken von chemischer Reaktion und Transportvorgängen – Makrokinetik III • Flüssig/Flüssig-Reaktionen 10 <ul style="list-style-type: none"> • Modellierung chemischer Reaktoren I • Mischen und chemische Reaktion: Verweilzeitmodellierung (Dispersionsmodell) • Makro-, Meso-, Mikromischung, Einfluss früher und später Vermischung

+ Chemische Verfahrenstechnik (4012527)

	<p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> Modellierung chemischer Reaktoren II Reaktoren für heterogene Reaktionen: Fest-flüssig, Fest-gasförmig <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> Neue Technologien I Membranreaktoren Mikroreaktoren <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> Neue Technologien II Brennstoffzelle und Reformierung Heterogene Reaktionen im Umweltschutz <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> Gruppenprojekt 1 Auslegung eines Festbettreaktors für heterogen katalysierte Gasphasenreaktionen Literaturquellen für Stoffdaten <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> Gruppenprojekt 2 Modellierung von Wärme- und Stofftransport sowie des Druckverlustes Auslegung und Präsentation
Lernziele/Lernergebnisse	<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 (studiengangsspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> " Reaktionstechnik " Grundoperationen der Verfahrenstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktionstechnik • Grundoperationen der Verfahrenstechnik
Literatur	<p>Baerns,Hofmann,Renken: Chemische Reaktionstechnik, Lehrbuch der technischen Chemie 1, Wiley-VCH; 3. Auflage (1999)</p>
Sprache	<p>Deutsch</p>
Prüfungsbedingungen	<p>Eine schriftliche Klausur</p>
Sonstiges	<p>-</p>
Modulverantwortung	<p>Modellierungsteamverantwortlicher: Philipp Friedl M. A.</p> <p>Modulverantwortlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling</p>
ECTS Credits	<p>6</p>

+ Chemische Verfahrenstechnik (4012527)

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

+ Mechanische Verfahrenstechnik (4014440)

Modultitel	Mechanische Verfahrenstechnik (Pflichtfach)
Kennung	4014440
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 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: Korngrößemessverfahren 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	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Weiterhin können sie mit Hilfe der Dimensionsanalyse und der Ähnlichkeitstheorie prozess- oder apparatespezifische Kennzahlen ermitteln und eine Größenübertragung beliebiger Prozesse der Verfahrenstechnik eigenständig durchführen.</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungsumdruck "Mechanische Verfahrenstechnik" (erhältlich am IVT), 175 Seiten mit zahlreichen Abbildungen

+ Mechanische Verfahrenstechnik (4014440)

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

+ Modellierung technischer Systeme (4011584)

Modultitel	Modellierung technischer Systeme (Pflichtfach)
Kennung	4011584
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herleitung der differentiellen Impulsbilanz, Bilanzen für verschiedene Energieformen und der Entropiebilanz <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine differentielle Bilanzgleichung für Oberflächen • Dimensionsreduktion differentieller Bilanzen bei nur zwei oder einer berücksichtigten Ortsdimension <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herleitung der integralen Bilanzen für den Spezialfall ideal durchmischter Systeme • Modellvervollständigung mit konstitutiven Gleichungen für Transportterme und Quellterme in den Bilanzgleichungen für Phasen <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellvervollständigung mit konstitutiven Gleichungen für Transportterme und Quellterme in Bilanzgleichungen für Oberflächen • Modellvervollständigung mit weiteren konstitutiven Gleichungen und Zwangsbedingungen <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Systemtheorie • Systemkonzept, Systemdarstellung und Systementwicklung als Werkzeuge zur methodischen Behandlung beliebiger Systeme <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

+ Modellierung technischer Systeme (4011584)

	<p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elementare Modellbausteine • Charakterisierung von elementaren Modellbausteinen mittels Merkmalslisten im Sinne des Systemkonzepts <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nicht-elementare Modellbausteine und deren Merkmalslisten <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klassifizierung der Struktur von Gleichungssystemen typischer verfahrenstechnischer Modelle • Kriterien und Analysemethoden zur Lösbarkeit von stationären Modellen <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kriterien und Analysemethoden zur Lösbarkeit von dynamischen Modellen <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anwendung des vollständigen Modellierungsprozesses an Hand eines konkreten Beispiels
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> " Grundoperationen der Verfahrenstechnik " Reaktionstechnik " Thermodynamik der Gemische
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <p>Grundoperationen der Verfahrenstechnik Reaktionstechnik Thermodynamik der Gemische</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript • Aufgabensammlung zur Klausurvorbereitung
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	<p>Modulverantwortlicher:</p> <p>Universitätsprofessor Alexander Mitsos Ph. D.</p>
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	3

+ Modellierung technischer Systeme (4011584)

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

+ Thermische Trennverfahren (4011515)

Modultitel	Thermische Trennverfahren (Pflichtfach)
Kennung	4011515
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Überblick zu den thermischen Trennverfahren Diskontinuierliche Destillation <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kontinuierliche einstufige Destillation <p>Idee des Gegenstroms, Kaskadenschaltung</p> <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine Darstellung Thermischer Trennverfahren <p>Modellierung einer Verstärkungskolonnen basierend auf der allgemeinen Darstellung thermischer Trennverfahren</p> <p>Auslegung der Verstärkungskolonnen nach dem McCabe-Thiele-Verfahren</p> <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wahl des optimalen Rücklaufverhältnisses Auslegung von Destillationskolonnen nach dem McCabe-Thiele-Verfahren <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konstruktion des Abtriebs Teils Konstruktion des Zulaufs Short-Cut-Verfahren nach Fenske, Underwood und Gilliland <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bauformen von Bodenkolonnen Bauformen von Füllkörper -und Packungskolonnen <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wirksamkeit von Einbauten Belastungsgrenzen <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Überblick zur Extraktion Einstufige und Kreuzstrom-Extraktion im Dreiecks und im Beladungsdiagramm Analytische Beschreibung der einstufigen und der Kreuzstrom-Extraktion <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gegenstromextraktion im Dreiecksdiagramm, Polstrahlverfahren <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Minimale Lösungsmittelmenge bei der Gegenstromextraktion Anforderungen an Extraktionsmittel Bauformen von Extraktionskolonnen <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Überblick zur Absorption <p>Anforderungen an das Lösungsmittel</p> <p>HTU-NTU-Verfahren</p> <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ponchon-Savarit-Verfahren, Verallgemeinerung des McCabe-Thiele Verfahrens Darstellung der Destillation im Energie-Zusammensetzungsdiagramm <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mehrstoffdestillation

+ Thermische Trennverfahren (4011515)

	<ul style="list-style-type: none"> • Kristallisation <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Detaillierter Überblick zu den Verfahren Adsorption, Chromatografie und Trennung von Flüssig-Flüssig-Dispersionen
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lösung von Übungsaufgaben in Teamarbeit • PC-basierte Gruppenübung • Laborübung
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <p>" Thermodynamik der Gemische</p>
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <p>Thermodynamik der Gemische</p>
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	Modulverantwortlicher: 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

+ Verfahrenstechnisches Seminar (4013378)

Modultitel	Verfahrenstechnisches Seminar (Pflichtfach)
Kennung	4013378
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2012
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in das Thema <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1. + 2. Fachvortrag (Lehrende) <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortbildungskurs "Wissenschaftliche Informationsquellen und Wege der Literaturbeschaffung" der BTH <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3. Fachvortrag (Lehrende) • Themenvergabe <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortbildungskurs Präsentationstechniken ZLW-IMA <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4. + 5. Fachvortrag (Lehrende) <p>7-13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Präsentation Studierenden <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenfassung, Abschluss (Lehrende)
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vor Kursbeginn wird ein Thema ausgewählt, das aus verfahrenstechnischer Sicht besondere Relevanz und Aktualität besitzt. Dieses Thema wird in den ersten Lehrinheiten von den Professoren der Verfahrenstechnik vorgestellt und aus Sicht der unterschiedlichen Fachrichtungen beleuchtet. Die Veranstaltung schließt mit einer Zusammenfassung der Erkenntnisse und einem Ausblick auf die zukünftige Entwicklung. • Die Studierenden wählen ein zugehöriges Thema aus, das sie in den folgenden Wochen anhand einer Literaturrecherche ausarbeiten. Sie lernen damit sowohl die Komplexität verfahrenstechnischer Fragestellungen kennen, als auch die Möglichkeiten, diese Komplexität durch Zerlegen in Teilaufgaben zu strukturieren. • Durch die jeweils neue Wahl eines Leitthemas setzen sich die Studierenden mit einem jeweils aktuellen Thema der Verfahrenstechnik auseinander, für das sie nicht nur vorhandenes Wissen zusammentragen, sondern auch neue Denk- und Lösungsansätze entwickeln, vorstellen und diskutieren. • Die Studierenden blicken über rein technische Aspekte hinaus und kennen die in der Verfahrenstechnik oft wesentliche Interaktion von fachlichen, gesellschaftlichen und gesetzlichen Anforderungen. • Themenbeispiele: <ul style="list-style-type: none"> - Trinkwasser (Verfügbarkeit, Bedarf / Verschiedene Quellen und klassische Aufbereitungsverfahren (chemisch, biologisch, mechanisch, thermisch) / Technische Trends / Kreislaufschließung / Gesellschafts- und geopolitische Aspekte) - Bioraffinerie (Rohstoffauswahl und -verfügbarkeit / Aufarbeitung verschiedener Rohstoffe / Zielprodukte und ihre Herstellung / Integration der Verfahren in bestehende Raffinerien)

+ Verfahrenstechnisches Seminar (4013378)

	<p>Prozessintensivierung (Verschiedene Beispiele aus den verschiedenen VT-Gebieten / Hybride Verfahren mit Querschnittscharakter, z.B. Reaktivdestillation / Technische und ökonomische Bewertung der Verfahren / Anwendungsgebiete / Zukünftige Trends, Chancen für die Verfahrenstechnik)</p> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden beherrschen Techniken und Strategien der Literaturrecherche. • Sie sind in der Lage, ein fachliches Thema zu erarbeiten und ihre Teilleistung in den Kontext der übergeordneten Fragestellung einzuordnen <p>Die Studierenden sind in der Lage, ein wissenschaftliches Thema einer Fachgruppe zu präsentieren (Präsentationstechniken) und dieses kritisch zu diskutieren (wissenschaftlicher Diskurs). Analog zu typischen Situationen aus dem späteren Berufsleben eines Verfahrensingenieurs (Konferenzvorträge, Projektpräsentationen, Kundenpräsentationen, etc.) lernen die Studierenden in diesem Seminar beide Seiten der Diskussion kennen, die des Referenten sowie die des kritischen Fachauditoriums</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Aktuelle Fachliteratur zum Thema
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	<p>Ein Referat</p> <p>Bei den Seminarvorträgen und den Softskillkursen besteht Anwesenheitspflicht. Den Studierenden ist ein unentschuldigter Fehltermin gestattet.</p>
Sonstiges	-
Modulverantwortung	<p>Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jochen Büchs</p> <p>Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling</p> <p>Universitätsprofessor Dr.-Ing. Andreas Jupke</p> <p>Universitätsprofessor Alexander Mitsos Ph. D.</p>
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)
Verfahrenstechnisches Seminar (401337801)	1. Semester	1. Semester	4	2

+ Verfahrenstechnik im Team (Projektarbeit) (4012506)

Modultitel	Verfahrenstechnik im Team (Projektarbeit) (Pflichtfach)
Kennung	4012506
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>Die VIT-Projektarbeit befasst sich thematisch mit der Auslegung eines Beispielprozesses mit aktueller verfahrenstechnischer Relevanz (z.B. Bioraffinerieprozess). Dazu wird der Gesamtprozess in Arbeitspakete unterteilt, die die einzelnen Prozessschritte repräsentieren und in Kleingruppen bearbeitet werden. Dabei interagieren die Kleingruppen an den Schnittstellen der einzelnen Arbeitspakete, übergeben Parameter, tauschen relevante Ergebnisse und Daten aus und fügen so die einzelnen Prozessschritte zum Gesamtprozess zusammen.</p> <p>Die VIT-Projektarbeit erfolgt gemäß gängiger Standards für das Projektmanagement entlang eines Meilensteinplans. Dieser beinhaltet u.a. drei Präsenztermine:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.) Kick-Off-Meeting: Einteilung der Gruppen, Vorstellung der Projektziele 2.) Projektmeeting: Präsentation des aktuellen Projektstandes durch die Projektgruppen 3.) Abschlusspräsentationen: Darstellung und Diskussion der erzielten Ergebnisse <p>Die Bearbeitung der Arbeitspakete in Kleingruppen (experimentell oder rechnergestützte Simulation) oder erfolgt jeweils an einem der AVT-Lehrstühle und wird dort von Mitarbeitern des Lehrstuhls betreut. Die Studierenden organisieren selbstständig das zeitliche und inhaltliche Vorgehen bei der Bearbeitung ihres Arbeitspaketes.</p> <p>Die Inhalte der VIT-Projektarbeit umfassen im Einzelnen:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.) <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in das Thema der Projektarbeit sowie Vorstellung des übergeordneten Gesamtprozesses und der einzelnen Arbeitspakete (Kleingruppenaufgaben) durch die Lehrenden 2.) <ul style="list-style-type: none"> • Einarbeitung in die jeweilige Kleingruppenaufgabe (Arbeitspaket) • Literaturrecherche • Konzeptvergleich und Auswahl des grundlegenden Prozesses • Präsentation und Bericht über Konzeptauswahl 3.) <ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftlicher und technischer Vergleich von Prozessvarianten • Begründete Entscheidung über die Wahl der Prozessvariante 4.) <ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftlicher und technischer Vergleich der verwendeten Einzelapparate • Präsentation über die Auswahl der Prozessvariante • Austausch und Diskussion mit den anderen Projektgruppen, Abstimmung der einzelnen Arbeitspakete bzw. Prozessschritte aufeinander, Festlegen von Übergabeparametern 5.) <ul style="list-style-type: none"> • Einarbeitung in die Simulationssoftware bzw. experimentelle Arbeitsweise 6.) <ul style="list-style-type: none"> • Auslegung und Apparaturierung der einzelnen Prozessschritte mittels Simulationssoftware und/oder experimenteller Untersuchungen • Abstimmung der einzelnen Prozessschritte aufeinander 7.)

+ Verfahrenstechnik im Team (Projektarbeit) (4012506)

	<ul style="list-style-type: none"> • Kopplung der einzelnen Prozessschritte zum Gesamtprozess durch Kooperation aller Kleingruppen • Parameterstudien zum Gesamtprozess <p>8.)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abschlussvortrag, Diskussion der Ergebnisse mit allen Kleingruppen und den Lehrenden. • Abschlussbericht
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogene Lernziele:</p> <p>Aufgrund der Bearbeitung einer aktuellen Problemstellung aus der verfahrenstechnischen Forschung in einer Gruppe, sind die Studierenden in der Lage, sich fachlich in ein Thema einzuarbeiten, sowie gemeinsam eine Lösungsstrategie zu entwickeln. Die Aufgabenstellung beinhaltet Fragen aus mehreren verfahrenstechnischen Disziplinen. Die Studierenden sind dadurch in der Lage, ihren fachlichen Horizont über ihre eigene Vertiefungsrichtung hinaus zu erweitern. Die Studierenden sind durch das weitgehend selbstständige Arbeiten befähigt, Problemstellungen zu analysieren, Lösungsansätze zu erarbeiten und Entscheidungen hinsichtlich der Verfahrensauswahl zu treffen. Die Studierenden verfügen je nach Aufgabenstellung über praktische Erfahrungen mit numerischen Simulationswerkzeugen bzw. mit experimentellem Arbeiten.</p> <p>Nicht fachbezogene Lernziele:</p> <p>Durch vorgegebene Zeitrahmen für Teilaufgaben wird industrienahes Arbeiten in einer Projektstruktur simuliert und die Studierenden darauf vorbereitet. Dies fördert die selbstständige Organisation und Zeiteinteilung (Projektmanagement). Ferner erfordert die Bearbeitung eines komplexen Gesamtthemas als Gruppe einen ständigen Austausch von Informationen zwischen den einzelnen Gruppenmitgliedern, so dass Kommunikationsfähigkeit und kollektive Lernprozesse gefördert werden (Teamarbeit). Im Rahmen der Meilensteintreffen (Projekttreffen) werden von den Studierenden Arbeitsergebnisse in Form von Vorträgen und in Zwischenberichten vorgestellt. Durch die enge Betreuung und individuelles Feedback können die Studierenden ihre Präsentationsfähigkeiten verbessern und ausbauen. Die Studierenden sind daher in der Lage, ihre Ergebnisse in wissenschaftlichen Texten und Vorträgen zu präsentieren.</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	<p>Hinweise zur Literaturrecherche (Leitfaden der AVT, erhältlich bei den Betreuern)</p> <p>Hinweise zum Verfassen von wissenschaftlichen Texten (Leitfaden der AVT, erhältlich bei den Betreuern)</p> <p>Empfohlene weiterführende Literatur:</p> <p>Abhängig von der jeweiligen Aufgabenstellung, wird ggf. von den Betreuern ausgegeben</p>
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Prozessstudie (Abschlussbericht): 90% Abschlussvortrag: 10%
Sonstiges	-
Modulverantwortung	<p>Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jochen Büchs</p> <p>Universitätsprofessor Alexander Mitsos Ph. D.</p>
ECTS Credits	8
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	240,0

+ Verfahrenstechnik im Team (Projektarbeit) (4012506)

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

● **Prüfungsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Verfahrenstechnik im Team (Projektarbeit) (401250601)	1. Semester	2. Semester	8	6

+ Alternative Energietechniken (4012502)

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

+ Alternative Energietechniken (4012502)

Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 • Die 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, Ressourcenschonung, Risikoanalyse, gesellschaftliche Gesichtspunkte) <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können Problemstellungen analysieren und bewerten
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Vorlesungskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	<p>Eine schriftliche Klausur</p> <p>Bonuspunktregelung: Zugeordnete Bonusveranstaltung: Energieversorgungssysteme (SS)</p> <p>Im Rahmen der Veranstaltung Energieversorgungssysteme wird eine Hausaufgabe vergeben, durch die ein Bonus von maximal 10% auf die Prüfung erlangt werden kann.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

+ Angewandte molekulare Katalyse (1515609)

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 (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • 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 Catalysis 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 Petzoldt Modulverantwortlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Walter Leitner
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	3
Prüfungsdauer (min)	0

+ Angewandte molekulare Katalyse (1515609)

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

+ Angewandte molekulare Thermodynamik (4014361)

Modultitel	Angewandte molekulare Thermodynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014361
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Foundations • Classical Thermodynamics • Statistical Mechanics <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Classical Mechanics <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Classical Electrostatics <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantum Mechanics <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Computer Simulation <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • The Ideal Gas • Definition and Significance • The Canonical Partition Function • Factorization of the Molecular Partition Function • The Equation of State <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mixing Properties • Individual Contributions • Equilibrium Constant <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Excess Function Models • General Properties • Intermolecular Potential Energy <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simple Model Molecules <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Complex Model Molecules <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Equation of State Models • General Properties • Intermolecular Potential Energy <p>13</p>

+ Angewandte molekulare Thermodynamik (4014361)

	<ul style="list-style-type: none"> • The Statistical Viral Equation • Conformal Potential Models <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perturbation Models
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 Gastechologie, chemische Hochtemperatur-Reaktionen, Aufarbeitung von einfachen und komplexen Mischungen, bei Elektrolyt- und Biosystemen eingesetzt werden. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(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

+ Angewandte molekulare Thermodynamik (4014361)

▲ 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

+ Angewandte numerische Optimierung (4012508)

Modultitel	Angewandte numerische Optimierung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012508
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Definition: Mathematische Optimierung • Problemformulierung: Gütefunktion, Modell und Beschränkungen • Beispiele für Optimierungsprobleme • Klassifizierung von Optimierungsproblemen • Mathematische Grundlagen 1: Stetigkeit, Differenzierbarkeit <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Line Search Strategien: Armijo und Wolfe Bedingung • Methoden zur Bestimmung einer Abstiegsrichtung: Steilster Abstieg, Konjugierte Gradienten <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Methoden zur Bestimmung einer Abstiegsrichtung: Newton-Verfahren • Praktische Newton-Verfahren: Inexakte -, Modifizierte -, Quasi-Newton-Verfahren • Trust-Region-Verfahren: Beispiel Dogleg-Methode <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regressionsprobleme: Methode der kleinsten Fehlerquadrate • Gauss-Newton-Lösungsmethode für Regressionsprobleme • Levenberg-Marquardt-Lösungsmethode für Regressionsprobleme <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beispiel eines Optimierungsproblems: Ethanol-Gewinnung • Herleitung der KKT-Optimalitätsbedingungen <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lineare Programmierung (LP): • Innere-Punkt-Methoden für LPs • Simplex-Verfahren für LPs <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quadratische Programmierung (QP): • Lösung des KKT-Systems für QPs • Active-Set-Methode für QPs • Lösungsstrategien für Nicht-Konvexe-QPs <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Methode der Projizierten-Gradienten für QPs • Innere-Punkt-Methoden für QPs • Lösung allgemeiner nichtlinearer Programme (NLP): • Strafterm-Methoden für NLPs <p>10</p>

+ Angewandte numerische Optimierung (4012508)

	<ul style="list-style-type: none"> • Log-Barrier Methode für NLPs • Augmented-Lagrangian-Methode für NLPs • SQP-Verfahren: Line-Search SQP <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beispiele für Optimierungsprobleme: • Schichtkristallisator • Destillationskolonne <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Gemischt-Ganzzahlige-Optimierung: • Branch and Bound • Outer-Approximation <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die dynamische Optimierung: • Optimalitätsbedingungen • Simultane Lösungsverfahren: Volldiskretisierung • Kontinuierliche Problemformulierung: Adjungierten-Gleichungen / Hamilton-Form <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dynamische Optimierung: Sequentielles Lösungsverfahren • Herleitung der Sensitivitätsgleichungen • Beispiele für dynamische Optimierungsprobleme • Kurzeinführung in die Zustandsschätzung
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<p>Eine mündliche Prüfung 3 Programmierübungen</p> <p>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.</p>
Sonstiges	-

+ Angewandte numerische Optimierung (4012508)

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

+ Angewandte Quantenchemie für Ingenieure (4012503)

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 evidence 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 • Born-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 theory: basics & most relevant functionals 13 • ab initio reaction kinetics: calculation of potential energy surfaces, transition state theory, tunneling
Lernziele/Lernergebnisse	<p>With respect to the subject:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 acquire the skills necessary to use quantum mechanical software packages to compute properties required in practical engineering applications <p>Not with respect to the subject (e.g. Team work, Presentation, Project Management, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • none
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • 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)	-

+ Angewandte Quantenchemie für Ingenieure (4012503)

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)	1. Semester	2. Semester	4	0

▲ **Angebotsknoten**

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

+ Anlagenweite Regelung (4013318)

Modultitel	Anlagenweite Regelung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013318
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2008
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in das Thema der anlagenweiten Regelung • Wiederholung graphischer Symbole und Kennbuchstaben der EMSR-Technik, um die Regelstrukturen verstehen zu können. <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wiederholung und Erweiterung der Systemdarstellungen, die für die anlagenweite Regelung benötigt werden • Die Hauptregelaufgaben der Prozesse werden herausgearbeitet <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analyse des dynamischen Verhaltens von Prozessen • Aufzeigen dieser Systemeigenschaften <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stabilität und Richtungsabhängigkeit von Mehrgrößensystemen als wichtige Anforderung an anlagenweite Regelung <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dezierte Betrachtung der Eigenschaften von Mehrgrößensystemen mit zentraler Regelung <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diskussion der erreichbaren Regelgüte bei zentraler Regelung, um die Vor- und Nachteile dieser Methode abschätzen zu können <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diskussion der erreichbaren Regelgüte bei dezentraler Regelung, um die Vor- und Nachteile dieser Methode abschätzen zu können <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenführung aller vorhergehend eingeführten Methoden zur anlagenweiten Regelung

+ Anlagenweite Regelung (4013318)

	<p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Betrachtung der Besonderheiten bei dezentraler Regelung: Paarung von Stell- und Regelgrößen <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammentragen der erlernten Erkenntnisse und praktische Umsetzung des Erlernten bei der Regelung einer realen Technikumskolonne <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Als weiterführendes Thema: Einführung in lineare modell-prädiktive Regelung
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden halten jeweils ein Referat über eine Publikation aus dem Themenbereich der anlagenweiten Regelung. • Sie werden während der Übungseinheiten mit der simulationsgestützten Analyse von dynamischen Systemen vertraut.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <p>" Regelungstechnik</p>
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regelungstechnik
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Skript zur Vorlesung • H. Schuler: Prozessführung, Oldenbourg Verlag • O. Föllinger: Regelungstechnik , Hüthig Buch Verlag
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> • 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

+ Anlagenweite Regelung (4013318)

● **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

+ Chemie für Verfahrenstechnik (1513531)

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	<ol style="list-style-type: none"> 1 <ul style="list-style-type: none"> • Einführung: Ammoniaksynthese 2 <ul style="list-style-type: none"> • Nomenklatur in der Chemie 3 <ul style="list-style-type: none"> • Chemische Grundlagen 4 <ul style="list-style-type: none"> • Prinzip der Katalyse 5 <ul style="list-style-type: none"> • Petrochemische Prozesse: • Crackreaktionen 6 <ul style="list-style-type: none"> • Petrochemische Prozesse: • Reformierungen 7 <ul style="list-style-type: none"> • Petrochemische Prozesse: • Dampfreformierung 8 <ul style="list-style-type: none"> • Petrochemische Prozesse: • Methanol aus Synthesegas 9 <ul style="list-style-type: none"> • Aromaten 10 <ul style="list-style-type: none"> • Olefine 11 <ul style="list-style-type: none"> • Hydroformylierung 12 <ul style="list-style-type: none"> • Mineralsäuren 13 <ul style="list-style-type: none"> • Chlor-Alkali-Elektrolyse 14 <ul style="list-style-type: none"> • Hochofenprozess 15 <ul style="list-style-type: none"> • Polymerchemie

+ Chemie für Verfahrenstechnik (1513531)

Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden besitzen ein grundlegendes Verständnis für die Chemische Prozesskunde. Sie kennen die molekular-chemischen Transformationen wichtiger Beispielprozesse entlang der Wertschöpfungskette von (meist petrochemischen) Ausgangsstoffen zu Zwischen- und Endprodukten. Sie können die in den (im Semester zuvor gehörten) Veranstaltungen "Grundoperationen der Verfahrenstechnik" und "Reaktionstechnik" erarbeiteten Prinzipien des Reaktordesigns und der Reaktionsführung auf stoffliche Beispiele übertragen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> Vorlesungsskript Onken/Behr: Chemische Prozesskunde
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	-
Sonstiges	-
Modulverantwortung	<p>Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher ChemieModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja Petzoldt Modulverantwortlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Wolfgang F. Hölderich Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Marcel Liauw</p>
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

+ Combustion Chemistry (4012507)

Modultitel	Combustion Chemistry (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012507
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1 • Introduction • Areas of research where fundamentals of chemistry are important (and why)</p> <p>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)</p> <p>4 • Experiments in Autoignition kinetics 1 • Introduction to peroxy chemistry and its 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 determining rate constants at a “sub-mechanism level“ using experiments • Flow reactor - optical measurements/ 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 NO_x 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)</p>
Lernziele/Lernergebnisse	<p>With respect to the subject: • Understanding of theoretical and experimental methods to investigate chemical aspects of 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 knowledge will enable students to determine the chemical combustion properties of novel fuel components that are needed to model a combustion process</p> <p>Not with respect to the subject (e.g. Team work, Presentation, Project Management, etc.): • none</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	Script available will be prepared
Sprache	Englisch

+ Combustion Chemistry (4012507)

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

+ Computational Systems Biotechnology (4011673)

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	<p>Fachbezogene Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 <p>Nicht fachbezogene Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> integrierte Nutzung computergestützter Werkzeuge in der Systembiologie Einblick in interdisziplinäre Projektarbeit
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	<p>Empfohlenen Voraussetzungen: Generell können fehlende Grundkenntnisse anhand von Lehrmaterialien in der Vorbereitungsphase nachgeholt werden.</p> <p>" Mathematische Grundkenntnisse in Linearer Algebra auf dem Niveau der Grundvorlesung 'Computational Biotechnology' im Studiengang Biotechnologie.</p> <p>" MATLAB-Grundkenntnisse: Kommandozeile, Grundbefehle, Matrizen, einfache Skripte</p> <p>" Biochemische Grundkenntnisse: Enzym- und Transportkinetik, Gleichgewichtsthermodynamik</p> <p>" Grundkenntnisse über zentrale Stoffwechsel-Netzwerke: Glykolyse, Penthosephosphatweg, Zitronensäurezyklus, Anaplerosis, Oxidative Phosphorylierung, Aminosäuresynthese</p>
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <p>Generell können fehlende Grundkenntnisse anhand von Lehrmaterialien in der Vorbereitungsphase nachgeholt werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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

+ Computational Systems Biotechnology (4011673)

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> 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

+ Energiesystemtechnik (4013389)

Modultitel	Energiesystemtechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013389
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung • Energieerzeugung • Wärmepumpen und Kältemaschinen • Die Wärmequelle • Thermodynamische Bewertung • Mechanische Wärmepumpen • Thermische Wärmepumpen • Offene Wärmepumpen <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technik der Wärmepumpe • Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpenanlagen <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projektstudie: Auslegung einer Gasmotor-Wärmepumpe <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung - (KWKK) • Gekoppelte Energieerzeugung • Thermodynamik der KWKK • Technik der KWKK <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftlichkeit • Potenziale der Kraft-Wärme-Kopplung <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projektstudie: KWK in einer Industrieansiedlung, Stromgutschrift für die KWK -Versorgung eines Gebäude-Komplexes, KWK in einer Industrieansiedlung <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energieverteilung • Wärmeübertrager und Speicher <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Warm- und Kaltwassernetze <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiemanagement • Betriebliches Energiemanagement • Kommunales Energiemanagement <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Industrielle Prozesswärmewirtschaft • Wärmerückgewinnung • Wärmeintegration heißer und kalter Ströme nach der Pinchtechnik • Integration externer Betriebsmittel

+ Energiesystemtechnik (4013389)

	<p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integration von Wärmetechnischen Anlagen • Gestaltung von Wärmeübertragernetzwerken <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortwärmewirtschaft • Industrielle Abwärme im Raumwärmemarkt • Verstromung industrieller Fortwärme
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <p>" Energiewirtschaft</p>
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

+ Energiesystemtechnik (4013389)

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

+ Soft Matter Nanotechnology (1515608)

Modultitel	Soft Matter Nanotechnology (Wahlpflichtfach)
Kennung	1515608
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Anionische Polymerisation, Ringöffnende Polymerisation, Copolymerisation, Oxazolinpolymerisation, Proteinanalytik, Metallocen-katalysierte Polymerisation
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen einen Einblick in moderne Syntheseverfahren für funktionelle Makromoleküle erhalten und die wichtigsten Methoden erlernen.
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • G. Odian, „Principles of Polymerization“, Wiley, New York, 1991 • A. D. Schlüter, Synthesis of Polymers, Wiley-VCH 1998 • K. Matyjaszewski (Ed.), Controlled Radical Polymerization, American Chemical Society 1998.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung oder eine mündliche Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher ChemieModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja Petzoldt Modulverantwortlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Dr. h. c. (RO) Martin Möller
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● **Prüfungsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Fortgeschrittene Polymersynthese (151560801)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ **Angebotsknoten**

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

+ Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren (4014846)

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	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> " Strömungsmechanik " Kenntnisse im Bereich der Strömungsmesstechnik (nicht optisch) " Kenntnisse im Bereich der Optik " Kenntnisse im Bereich der Lasertechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strömungsmechanik • Kenntnisse im Bereich der Strömungsmesstechnik (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	-

+ Grundlagen optischer Strömungsmessverfahren (4014846)

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

+ Interdisziplinäres Praktikum Biotechnologie/Bioverfahrenstechnik ...

Modultitel	Interdisziplinäres Praktikum Biotechnologie/Bioverfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014322
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung, Versuchsplanung • Übung: Bioreaktortechnik, kontinuierliche Fermentation und Modellierung • Fermentercharakterisierung, Aufbau und Inbetriebnahme einer kontinuierlichen Kultur, Batch-Fermentation • Gäransätze für Wein (Hefegärung) und Sake (Fed-batch- Oberflächenkultur) <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übung: Biotransformation, Fed-batch-Fermentation, Amylase-Produktion • Amylase - Screening aus Bodenproben • Biotransformation von Steroiden mit <i>S. cerevisiae</i> • Sauerstoff- und Leistungseintrag im Schüttelkolben <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übung: Protokollerstellung, Weinherstellung, Sakeherstellung, Bilanzierung • Fed-batch-Fermentation • Analytik für Amylase Screening und Steroidbiotransformation <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übung: Oberflächenverfahren, Sterilisierung • Bilanzierung, Versuchsende Wein, Sake und kontinuierliche Kultur • Kolloquium, Protokolle, Versuchspräsentation, Abschlußklausur <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • das Praktikum findet als 4-wöchige Blockveranstaltung statt
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden lernen, Batch, Fed-batch und kontinuierlichen Fermentationen, die dazugehörige Steriltechnik und Standardanalytik (pH, OD, BTM, pO₂) kennen und können sie anwenden. • Die Studierenden lernen wesentliche Biokatalysatoren: Amylase, Lipase, Ganzzellsysteme kennen und können sie anhand geeigneter Methoden, z.B. Aktivitätstests, Dünnschichtchromatographie, charakterisieren. • Die Studierenden können chemisches Rechnen anwenden, sowie verstehen die Berechnungsverfahren für Sauerstofflöslichkeit und Sauerstofftransferrate wenden diese an. • Die Studierenden lernen, nach gesuchten Enzymaktivitäten mit Selektionsagar zu screenen. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden lernen die interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Studierenden einer anderen Fachrichtung kennen und entwickeln ein Bewußtsein für Fachtermini und Stärken der jeweils anderen Ausbildungsrichtung. • Die Studierenden können experimentelle Arbeiten planen und geeignete Versuchsprotokolle mündlich und schriftlich präsentieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> " Einführung in die Mikrobiologie " Reaktionstechnik " Bioprozesskinetik

+ Interdisziplinäres Praktikum Biotechnologie/Bioverfahrenstechnik ...

(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): • Einführung in die Mikrobiologie • Reaktionstechnik • Bioprozesskinetik
Literatur	Versuchsbeschreibungen
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jochen Büchs Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Ulrich Schwaneberg
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 Interdisziplinäres Praktikum Biotechnologie / Bioverfahrenstechnik (401432201)	1. Semester	2. Semester	4	0
Praktikum Interdisziplinäres Praktikum Biotechnologie / Bioverfahrenstechnik (401432202)	1. Semester	2. Semester	0	-

+ Laser in Bio- und Medizintechnik (4011559)

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	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übersicht Laserverfahren in Medizin, Medizintechnik, Biotechnologie und Chemie • Verfahrenseinordnung zu alternativen Prozessen • Marktsituation <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen Eigenschaften Licht - Wiederholung • Technologien zur Mikro- und Nanoskalierung von Licht • Optische Systeme zur Anregung und Detektion <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen Wechselwirkung Licht Materie - Wiederholung • Strahlungstransport und Absorption in biologischen Materialien • Energietransport <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wirkmechanismen in biologischen Materialien • Zellspezifische Wirkung von Laserstrahlung • Gewebespezifische Wirkung von Laserstrahlung <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laserverfahren für medizintechnische Produkte • Lasergestützte generative Verfahren zur Implantatherstellung • Mikrostrukturierung für medizinische Instrumente <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laser-Mikrofügetechnik für medizinische und biotechnische Produkte • Laserunterstützte Oberflächenmodifikation • Photochemische Funktionalisierung von Implantaten <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laser in der Therapie • Laser in der Weichgewebechirurgie • Laser in der Hartgewebechirurgie <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laser in der Ophtalmologie • Photodynamische Therapie • Laserinduzierte Thermotheapie <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laserverfahren in der medizinischen Diagnostik • Fluoreszenzverfahren • Optische Kohärenztomographie <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laserverfahren in der Biotechnologie • Verfahren zur Herstellung biotechnologischer Komponenten • Funktionalisierung von Biochips

+ Laser in Bio- und Medizintechnik (4011559)

	<p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zellbasierte Laserverfahren • Zellmanipulation • Optische Pinzette <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nanochirurgie in Zellen und Zellkompartimenten • Lasertranspektion und photonische Genmanipulation • Proteinmanipulation mit Laserstrahlung <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laserverfahren in der Bioanalytik • Fluoreszenzspektroskopie • Oberflächen-Plasmonen-Resonanz- und Interferenzspektroskopie <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laserverfahren in der Chemie • Photochemische Prozesse • Femtochemie <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laborexkursion • Klinikumsexkursion
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> " Physik " Laser in der Mikrotechnik " Medizintechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physik • Laser in der Mikrotechnik • Medizintechnik
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Skript • CD
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	<p>Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Constantin Häfner</p> <p>Dr.-Ing. Arnold Gillner</p>
ECTS Credits	6

+ Laser in Bio- und Medizintechnik (4011559)

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 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

+ Lasermesstechnik (4011691)

Modultitel	Lasermesstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011691
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2013
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung in die Lasermesstechnik: Grundlagen, Anwendungen, Markt, Entwicklungstrends 2. Eigenschaften der Laserstrahlung: elektromagnetische Welle, Strahlparameter, Bestrahlungsstärke, Phase, Ausbreitung, Wellenlänge, Polarisierung, 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 Polarisierung, 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 (LIBS), Verdampfung und Plasmabildung, zeitaufgelöste Spektroskopie, Spektreenauswertung, 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	<p>Fachbezogene Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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, Polarisierung, 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.

+ Lasermesstechnik (4011691)

	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 (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Skript • A. Donges, R. Noll: Lasermesstechnik - Grundlagen und Anwendungen, Hüthig-Verlag (Neuaufgabe in engl. 2013, Springer-Verlag)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Klausur oder • 1 mündliche Prüfung <p>Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder der Note der mündlichen Prüfung.</p>
Sonstiges	-
Modulverantwortung	apl. Professor Dr. rer. nat. Reinhard Noll
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 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

+ Medizinische Verfahrenstechnik (4013856)

Modultitel	Medizinische Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013856
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Vorlesungsinhalte: Blut, Blutseparation, Niere, Lunge, Herz, Reinstwassererzeugung, Sterilisationsverfahren, Compartmentmethoden • 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" <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einleitung in die Medizintechnik: Historische Entwicklung und Ziele der Medizintechnik • Diagnostische und therapeutische Hilfsmittel der Medizin, Marktsituation der Medizintechnik • Interessante Statistik zum Gesundheitsmarkt: Gesundheitsausgaben, Bestandteile der Krankenhauskosten, mittlere Lebenserwartung und Altersaufbau der Bevölkerung Deutschlands <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rheologie und Verhalten des Blutes in Makro- und Mikrozirkulation • Wichtige Schädigungsmechanismen des Blutes • Minimierung dieser Schädigungsmechanismen bei der Auslegung von Apparaten zur Blutbehandlung <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Meilensteine der Entwicklung der Transfusionsmedizin • Blutkomponentenspende und verschiedene Trennverfahren zur Blutfraktionierung: Sedimentation, Zentrifugation <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Weitere Trennverfahren zur Blutfraktionierung: Chromatographie • Auftrennungsmethoden für Blutplasma <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Zukunft der Blutseparation: Neue Entwicklungen und Herausforderungen an die Verfahrenstechnik <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physikalische Kenntnisse der menschlichen Niere: Aufgabe, Aufbau und Funktion • Trennfunktion der Niere im Vergleich zu verfahrenstechnischen Einheiten <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nierenerkrankungen • Künstliche Niere • Einsatz von Membranverfahren als künstlicher Ersatz für die menschliche Niere oder als Peripherie solcher Geräte <p>10</p>

+ Medizinische Verfahrenstechnik (4013856)

- 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
 - Compartmentmethoden
 - 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, Physicochemical 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

+ Medizinische Verfahrenstechnik (4013856)

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling Dr.-Ing. Süleyman Yüce
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 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

+ Membranverfahren (4011665)

Modultitel	Membranverfahren (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011665
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Membranverfahren • Triebkräfte • Transportwiderstände <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Membranen - Materialien, Werkstoffe und Strukturen • organischer und • anorganischer Membranen <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellierung des Stofftransportes in Membranen • Modelle für poröse und nicht-poröse Membranen • Modelle für Gas- und Dampftransport in porösen Medien <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulkonstruktionen • Anforderungen an Modulkonstruktion • Module für Schlauch-, Flach- und getauchte Membranen <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stoffaustausch an Membranen • Triebkraftmindernde Effekte • Einfluss der Einbaurichtung asymmetrischer Membranen • Maßnahmen zur Verbesserung des Stoffübergangs an der Membran <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Moduloptimierung • Strömungsführung im Modul • Definition einer Optimierungszielfunktion • Beispiele <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anlagenentwurf • Modulanordnung • Investitions-, laufende und spezifische Kosten <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ultra- und Mikrofiltration • Verfahrensbeschreibung, eingesetzte Membranen • Prozessführung, Modellierung des Stofftransportes, Fouling • Anwendungen <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umkehrosmose (Reverse Osmosis - RO) • Membranbeständigkeit, Osmotischer Druck • Viskositätseinfluss, Membranverblockung, Energiebedarf • Beispiele und Auslegung einer Meerwasserentsalzungsanlage

+ Membranverfahren (4011665)

	<p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nanofiltration (NF) • Membranen in der NF, Einsatzgebiete, Trennverhalten • Druck- und konzentrationsabhängiger Rückhalt • Vergleich NF / RO <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pervaporation / Dampfpermeation • Membranen und Module, leistungsbestimmende Parameter • Verfahrensauslegung • Anwendungsbeispiele <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elektrodialyse (ED) • Verfahrensbeschreibung, Membranen, Aufbau und Betrieb von EDAnlagen • Auslegung und Kosten des Verfahrens, Verfahrensvarianten, Berechnungsbeispiele <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gaspermeation • Membranen, Trennmechanismen, Modulkonstruktionen, lokale Trenncharakteristik, Modul- und Anlagenauslegung • Anwendungsbeispiele <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Membrankontaktoren • Verfahrensprinzip, Membranen, Modulkonstruktionen, Auslegung • Anwendungen und Ausblick <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulation und Optimierung mit ASPEN+
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden beherrschen die Fach-Termini im Bereich der Membranverfahren in englischer Sprache.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Englische Fremdsprachenkenntnisse
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Englische Fremdsprachenkenntnisse
Literatur	<p>Thomas Melin, Robert Rautenbach: Membranverfahren - Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, Springer, 2.Auflage (2004)</p>
Sprache	<p>Englisch</p>
Prüfungsbedingungen	<p>Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung</p>
Sonstiges	<p>-</p>
Modulverantwortung	<p>Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling</p>
ECTS Credits	<p>4</p>

+ Membranverfahren (4011665)

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 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

+ Modellgestützte Schätzmethoden (1113434)

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	<ol style="list-style-type: none"> 1 <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können inverse Probleme erkennen. 2 <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können lineare inverse Probleme formulieren und deren Schlechtgestellttheit analysieren. • Die Studierenden kennen das Lösungsverhalten schlecht gestellter Probleme. 5 <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können die Eigenvektorerlegung darstellen und auf Beispiele anwenden. 6 <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können die Verbindung von Eigenwerten und der Schlechtgestellttheit 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können den Begriff der Systeminversion erläutern. • Die Studierenden können die Lösungsstrategien inverser Probleme auf die Problemklasse der Eingangsschätzung anwenden. 11

+ Modellgestützte Schätzmethoden (1113434)

	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können geeignete Gütefunktionen auswählen und begründen. Die Studierenden können Eingangsschätzprobleme mittels Zustandserweiterung selbständig analysieren und lösen. Die Studierenden können Parameterschätzprobleme lösen. <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können eine Konfidenzanalyse durchführen. Die Studierenden können die Lösung eines Parameterschätzproblems analysieren und kritisch hinterfragen. <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können zwischen konkurrierenden Modellstrukturen wählen und ihre Wahl begründen. Die Studierenden kennen die Konzepte der optimalen Versuchsplanung und können diese auf Beispielpunkte anwenden. <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden lernen Beispiele inverser, schlecht gestellter Probleme aus dem Forschungsumfeld kennen und können diese klassifizieren. <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden lernen Beispiele inverser, schlecht gestellter Probleme aus dem Industrieumfeld kennen und können diese klassifizieren.
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können inverse Probleme erkennen und erklären Die Studierenden sind in der Lage die Schlechtgestelltheit 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können einfache Programme in Matlab implementieren (wird in den Übungen erlernt) <p>Die Schlüsselqualifikationen sollen während der Vorlesungen, der entsprechenden begleitenden Übungen und Selbststudium erworben werden.</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <p>" Englisch (Beschäftigung mit englischsprachiger Fachliteratur im Selbststudium)</p> <p>" Praktische Erfahrungen mit einer höheren Programmiersprache (in den Übungen müssen kleinere Aufgaben in Matlab implementiert werden)</p>
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...)</p> <ul style="list-style-type: none"> Englisch (Beschäftigung mit englischsprachiger Fachliteratur im Selbststudium) Praktische Erfahrungen mit einer höheren Programmiersprache (in den Übungen müssen kleinere Aufgaben in Matlab implementiert werden)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> 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	<p>Modulangebotsorganisator:</p> <p>Modulangebotsverantwortlicher MathematikModellierungsteamverantwortlicher:</p> <p>Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantwortlicher:</p>

+ Modellgestützte Schätzmethoden (1113434)

	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

+ Numerische Strömungsmechanik I (4011054)

Modultitel	Numerische Strömungsmechanik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011054
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die numerische Strömungsmechanik • Beispiele von Strömungssimulationen • Grundlegende Erhaltungsgleichungen • Variierende mathematische Formulierungen <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • physikalische Bedeutung der Charakteristiken • Bestimmung des mathematischen Typs der Erhaltungsgleichungen • Charakteristische Form der Erhaltungsgleichungen <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Diskretisierung von partiellen Differentialgleichungen • Abbruchfelder und Konsistenz <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lösungsmethoden für skalare Gleichungen <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stabilitätsanalyse von Anfangswertproblemen • Diskrete Strömungstheorie <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • von Neumann Analyse • CFL Bedingung <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hirt'sche Stabilitätsanalyse <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die numerische Lösung von Randwertproblemen <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klassische Iterationsverfahren • Konvergenz iterativer Lösungsmethoden <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • ILU, Krylov-Unterraum Methoden <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mehrgittermethoden <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transformation der partiellen Differentialgleichungen in krummlinige Koordinaten • Abbruchfelder auf körperangepassten Netzen <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diskretisierung auf unstrukturierten Netzen • adaptive Lösungsmethoden

+ Numerische Strömungsmechanik I (4011054)

	<ul style="list-style-type: none"> • Dreiecks- und Tetraedernetze • Hierarchische kartesische Netze <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vektorisierung und Parallelisierung von Lösungsalgorithmen • Anwendungen
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Diskussion verschiedener Beispiel numerischer Strömungssimulation fördert das Verständnis theoretischer Aspekte in praktischen Anwendungen. • Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <p>" Strömungsmechanik I,II</p> <p>" Höhere Mathematik</p> <p>" Thermodynamik</p>
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>notwendig:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strömungsmechanik I,II <p>empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Höhere Mathematik • Thermodynamik
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • 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

+ Physikalische Festkörperchemie (1515596)

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	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung und Übersicht • Kristallgitter <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bindungen und Bänder in Festkörpern • Bänder • Metalle • Freies Elektronengas • Wärmekapazität des freien Elektronengases • Elektrische Leitfähigkeit • Isolatoren und Halbleiter • Dotierung • Halbleiterbauelemente <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Festkörperthermodynamik • Ionenkristalle: Struktur • Ionenkristalle: Gitterenergie • Gitterschwingungen <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Defekte in Festkörpern (Defektchemie) • Makroskopische Evidenz für Gitterfehler • Mikroskopische Modelle von Punktdefekten • Thermodynamik von Punktdefekten • Nichtstöchiometrische Verbindungen <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diffusion • Diffusionsmechanismen • Selbstdiffusion • Sekundärionenmassenspektrometrie • Tracerdiffusion • Diffusion im Konzentrationsgradienten • Temperaturabhängigkeit der Diffusion • Irreversible Thermodynamik • Chemische Diffusion <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Festkörperreaktionen <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brennstoffzellen
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen und verstehen Gegenstand, Entwicklung und Trends der Physikalischen Chemie fester Stoffe.

+ Physikalische Festkörperchemie (1515596)

	<ul style="list-style-type: none"> 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> 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	<p>Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher ChemieModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja Petzoldt Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Manfred Martin</p>
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● **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

+ Praktikum Allgemeine und Analytische Chemie I (1515607)

Modultitel	Praktikum Allgemeine und Analytische Chemie I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1515607
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktionsgleichgewicht: • A1 Schätzung eines Löslichkeitsprodukts • Einflüsse auf Reaktionsgleichgewichte am Beispiel des Löslichkeitsprodukts eines schwerlöslichen Salzes <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Säure/Base-Titration (starke Säure/Base) • T1/2 Alkalimetrie: Schwefelsäure (Starke Säure) oder Acidimetrie: Natronlauge (Starke Base) • Vertiefung des Themengebietes Säuren und Basen, Puffersysteme und pHWert <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Säure/Base-Titration (schwache Säure/Base) • T3/4 Alkalimetrie: Essigsäure (Schwache Säure) oder Acidimetrie: Hydrogencarbonat (Schwache Base) • Vertiefung des Themengebietes Säuren und Basen, Puffersysteme und pHWert <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analytischer Einsatz eines Ionentauschers • T5 Titrimetrische Bestimmung von Nitrat mittels eines Kationentauschers • Einsatz und Verwendung von Ionentauschern <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Redox-/ Fällungtitration: • T13 Iodometrie: Kupfer(II)-Ionen (Rücktitration) • Vertiefung von Redoxreaktionen am Beispiel der iodometrischen Titration von Kupfer <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Komplexometrische Titration: • T7 Chelatometrie: Calcium-Ionen mit EDTA • Vertiefung des Themengebiets Metallkomplexe <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analytische Methoden: • A2 Röntgenfluoreszenzspektroskopie (XRF): Zerstörungsfreie Bestimmung der Zusammensetzung einer Feststoffprobe • Einsatz einer modernen Analysenmethode an z.B. Legierungen mit selbstständiger Auswertung
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden beherrschen den Umgang mit den üblichen Laborgeräten und Chemikalien • Sie verfügen über Kenntnisse über den Gefahr – und Umweltschutz sowie das exakte analytische Arbeiten unter besonderer Berücksichtigung der Genauigkeit der Versuche (Signifikanz und Fehlerrechnung). • Die Studierenden können die wichtigsten Phänomene und den Verlauf einfacher Experimente beschreiben. • Einsatz moderner Analytikmethoden (XRF) <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p>

+ **Praktikum Allgemeine und Analytische Chemie I (1515607)**

	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden beweisen ihre Befähigung zur Teamarbeit durch intensive Zusammenarbeit bei den Versuchen. Durchführung einzelner Versuche in Kleingruppen zu 2 bzw. 3 Studierenden
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.): " Chemie (für Maschinenbauer)
(empfohlene) Voraussetzungen	Veranstaltung Grundzüge der Chemie
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> C. E. Mortimer, U. Müller: Chemie E. Riedel: Anorganische Chemie G. Jander, K. Fr. Jahr: Maßanalyse H. Lux, W. Fichtner: Quantitative Analyse E. Gerdes, Qualitative Analyse P. W. Atkins, Physikalische Chemie G. Wedler, Physikalische Chemie R.J. Silbey, R.A. Alberty: Physical Chemistry
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Versuchsprotokolle
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher Chemie Modellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja Petzoldt Modulverantwortlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Ulrich Simon
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	0
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● **Prüfungsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Praktikum Allgemeine und Analytische Chemie I (151560701)	1. Semester	2. Semester	3	3

+ Produktaufarbeitung (4010853)

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	<p>Wissen und Verstehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können einzelne Grundoperationen auf Basis der für die Stofftrennung verantwortlichen Phänomene berechnen. Die Studierenden sind in der Lage, für ein fermentativ hergestelltes Produkt in einem gegebenen Produktionssystem eine geeignete Aufarbeitungsrouten vorzuschlagen und zu begründen.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> " Bioprozesskinetik " Thermische Trennverfahren
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <p>Grundoperationen der Verfahrenstechnik, Reaktionstechnik</p>
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)	-
Prüfungsdauer (min)	-

+ Produktaufarbeitung (4010853)

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

● **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	-	1

+ Rheologie (4011561)

Modultitel	Rheologie (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011561
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Rheologie - Grundbegriffe: • Grundbeanspruchungen • Scherversuch, Dehnversuch <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Rheologie - Stoffklassen: • Newtonsche Flüssigkeiten • Nichtlinear-reinviskose Flüssigkeiten <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Rheologie - Stoffklassen: • Flüssigkeiten mit zeitabhängigen Eigenschaften • Viskoelastizität, Thixotropie, Rheopexie • Plastische Stoffe <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einfache Strömungen und Beanspruchungen: • Rohrströmung • Ebene Beanspruchung in parallelen Schichten <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewegung des Kontinuums: • Mathematische Beschreibung • Spannungstensor • Impulsbilanz <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rheologische Zustandsfunktionen: • Allgemeine Zustandsfunktion • Rahmeninvarianz, Isothermie, Innere Zwänge <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rheologische Zustandsfunktionen: • Newtonsche Flüssigkeit • Reiner-Rivlin-Flüssigkeit <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rheologische Zustandsfunktionen: • Maxwellsches Feder-Dämpfer-Modell (Flüssigkeit) <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rheologische Zustandsfunktionen: • Kelvin-Voigtsches Feder-Dämpfer-Modell (Festkörper) • Jeffreys-Modell und Verallgemeinerung <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rheometrie: • Viskosimeterströmung

+ Rheologie (4011561)

	<ul style="list-style-type: none"> • Rohrrheometer <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stationäre Rheometrie: • Couette- / Searle-Rheometer • Kegel-Platte-Rheometer <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stationäre Rheometrie: • Auswertemöglichkeiten <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instationäre Rheometrie: • Relaxationsversuch, Retardationsversuch <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instationäre Rheometrie: • Schwingversuch <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rheologische Strömungsprobleme: • Weißenbergeffekt • Strahlaufweitung • Pumpeffekt
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <p>" Strömungsmechanik I, II</p>
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strömungsmechanik I, II
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • 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)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0

+ Rheologie (4011561)

Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● **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

+ Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of ...

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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<p>Fachbezogene Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Oxycoal-Verbrennung: Grundlagen und Technik • Feststoffvergasung: Grundlagen und Technik • Simulationen von Feststoffvergasungsprozessen <p>Nicht fachbezogene Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	<p>mpfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> " Technische Verbrennung " Wärmeüberträger und Dampferzeuger " Wärme- und Stoffübertragung " Strömungsmechanik " Thermodynamik
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Notwendige Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wärme- und Stoffübertragung • Strömungsmechanik • Thermodynamik <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technische Verbrennung • Wärmeüberträger und Dampferzeuger
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Handouts • Toporov, D. Combustion of Pulverised Coal in a Mixture of Oxygen and Recycled Flue Gas, Elsevier, 2014
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	<p>Eine mündliche Prüfung.</p> <p>Die Endnote ergibt sich aus der Note der mündlichen Prüfung.</p>

+ Combustion and Gasification of Pulverised Fuel in a Mixture of ...

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

+ Modellierung in der elektrochemischen Verfahrenstechnik (4012510)

Modultitel	Modellierung in der elektrochemischen Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012510
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2012
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Prinzipien der elektrochemischen Modellierung und Simulation <ul style="list-style-type: none"> - Modellierungsebenen - Modelltypen 2. Elektrochemische Prinzipien <ul style="list-style-type: none"> - Thermodynamik elektrochemischer Wandler und Speicher - Elektrochemische Kinetik - Stoffumsatz und Stofftransport 3. Kennlinie von Niedertemperatur-Brennstoffzellen <ul style="list-style-type: none"> - Empirisches Kennlinienmodell - Modellparameterbestimmung - Wirkungsgrade 4. Analytisches „along the Channel“ Modell einer Brennstoffzelle <ul style="list-style-type: none"> - Stromdichteverteilung - Einfluss der Stöchiometrie 5. Poröse Strukturen in der elektrochemischen Verfahrenstechnik <ul style="list-style-type: none"> - Charakterisierung poröser Strukturen - Stofftransportmodelle 6. Gasdiffusionslagen <ul style="list-style-type: none"> - Strukturmodelle Gasdiffusionslagen - Ein- und Zweiphasentransportprozesse in den porösen Gasdiffusionslagen 7. Zweidimensionale Brennstoffzellenmodelle <ul style="list-style-type: none"> - Einfluss von Gasdiffusionslagen auf die lokale Stromdichteverteilung - Grenzstromdichte 8. Elektroden <ul style="list-style-type: none"> - Struktur und Funktion von PEMFC Elektroden - Potentialverteilung in Elektroden 9. Polymerelektrolytmembran <ul style="list-style-type: none"> - Elektrolyteigenschaften - Modelle zur Beschreibung von Ladungs- und Wassertransport in Polymerelektrolytmembranen 10. Dreidimensionales Kanalmodell einer PEMFC <ul style="list-style-type: none"> - Modellgleichungen und Modellvereinfachungen - Simulationsergebnisse und Modellgültigkeit 11. Strömungsverteiler in Zellen und Stacks <ul style="list-style-type: none"> - Strömungsverteilertypen - Modellmäßige Beschreibung komplexer Strömungsverteiler in Brennstoffzellen 12. Thermisches Management in Brennstoffzellen <ul style="list-style-type: none"> - Kühlkonzepte für Brennstoffzellen - Beschreibung lokaler Temperatureinflüsse auf das Zellverhalten

+ Modellierung in der elektrochemischen Verfahrenstechnik (4012510)

	<p>13. Dreidimensionale CFD Modelle</p> <ul style="list-style-type: none"> - spezifische Brennstoffzellenfragestellungen und Lösungsansätze - poröse Volumenansätze für komplexe Flowfields <p>14. Hochtemperaturbrennstoffzelle (SOFC)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Funktion und Materialien - SOFC Stackmodell ohne/ mit interner Methanreformierung <p>15. Systembetrachtung</p> <ul style="list-style-type: none"> - Auslegung eines SOFC Systems
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen haben die Studierenden Kenntnisse und Fähigkeiten in den Themenfeldern, die unter Inhalt beschrieben werden, erworben.</p> <p>Wissen und Verstehen:</p> <p>Die Studierenden haben vertiefte Kenntnisse der physikalischen/chemischen Effekte in elektrochemischen Energiewandlern und kennen die relevanten Kenngrößen.</p> <p>Sie haben über die Grundlagen hinausgehende Kenntnisse über die Modellierung und Simulation dieser Energiewandler.</p> <p>Sie sind in der Lage, die komplexen physikalischen Zusammenhänge innerhalb von Brennstoffzellen und Elektrolyseuren nicht nur qualitativ sondern auch quantitativ zu beschreiben.</p> <p>Sie verstehen die Aussagekraft von Simulationen und sind in der Lage, die Grenzen der Modelle zu diskutieren.</p> <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, die verschiedenen Modelltypen zu klassifizieren und deren Aussagekraft zu bewerten.</p> <p>Sie sind in der Lage, die mathematischen Zusammenhänge im Bereich der elektrochemischen Energiewandler anzuwenden.</p> <p>Sie können aufgrund des gewonnenen Verständnisses fachliche Diskussionen über Brennstoffzellen Modellierung und Simulation führen.</p> <p>Sie sind in der Lage, die Erkenntnisse auf andere elektrochemische Energiewandler und Energiespeicher zu transferieren und mathematische Modelle für diese Modelle zu entwickeln.</p> <p>Sie sind in der Lage sich systematisch und in kurzer Zeit in neue Aufgaben einzuarbeiten existierende Methoden zu hinterfragen und sie bei Bedarf weiterentwickeln.</p> <p>Sonstiges (fakultativ):</p> <p>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.</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <p>" Grundlagenvorlesungen der jeweiligen Studienrichtung</p>
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagenvorlesungen der jeweiligen Studienrichtung
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsskript • A. Kulikovsky: Analytical Modelling of Fuel Cells • R. Bove, S. Ubertini: Modeling Solid Oxide Fuel Cells
Sprache	<p>Deutsch</p>
Prüfungsbedingungen	<p>Eine schriftliche Klausur oder eine mündliche Prüfung.</p> <p>Die Modulnote ist die Note der Klausur oder der mündlichen Prüfung.</p>
Sonstiges	<p>-</p>
Modulverantwortung	<p>Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Werner Lehnert</p> <p>Dr. rer. nat. Uwe Reimer</p>
ECTS Credits	<p>5</p>

+ Modellierung in der elektrochemischen Verfahrenstechnik (4012510)

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 Modellierung in der elektrochemischen Verfahrenstechnik (401251001)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ **Angebotsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung/Übung Modellierung in der elektrochemischen Verfahrenstechnik	1. Semester	2. Semester	-	4

+ Energy from Biofuels (4014362)

Modultitel	Energy from Biofuels (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014362
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2012
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>The students shall obtain a basic understanding of biofuels production processes. The influence of biomass structure on the resulting biofuels composition, characteristics of biofuels, combustion modeling and energy balances are examined. The application and potentials of renewable fuels in IC engines, gas turbines and furnaces are evaluated. The potential and application of hydrogen is discussed.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 <ul style="list-style-type: none"> • Introduction to biofuels • structure and composition of biofuels • emissions, energy situation and future scenarios 2 <ul style="list-style-type: none"> • Biomass structure • overview of biofuel conversion processes • first, second and third generation biofuels • biodiesel production • first energetic evaluations of conversion processes ; 3 <ul style="list-style-type: none"> • Biomass gasification and pyrolysis: reactions, processes and apparatuses 4 <ul style="list-style-type: none"> • Pilot plants for BtL-processes: <ul style="list-style-type: none"> • Güssing: CHP plant with additional Fischer-Tropsch diesel production • Chemrec: entrained flow gasification of blackliquor for dimethyl ether synthesis • Bioliq: decentralized pyrolysis and centralized entrained flow gasification with subsequent fuel synthesis 5 <ul style="list-style-type: none"> • Energetic evaluation of biofuels from different production pathways including land use change, evaluation of by-products and N₂O emissions 6 <ul style="list-style-type: none"> • Combustion characteristics of biofuels • influence of oxygenates on soot formation • kinetic modeling of biodiesel 7 <ul style="list-style-type: none"> • Biofuels in the transportation sector: challenges and potential of biodiesel and bioethanol application in conventional IC engines 8 <ul style="list-style-type: none"> • Biofuels in the transportation sector: challenges and potential of biodiesel and bioethanol application in conventional IC engines 9 <ul style="list-style-type: none"> • Biofuel application in gas turbines • requirements for biofuels in stationary applications and as aviation fuel 10

+ Energy from Biofuels (4014362)

	<ul style="list-style-type: none"> Hydrogen: potential, production and application, hydrogen as energy carrier
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogene Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> The students have a basic understanding of biofuels production processes. They are familiar with the modeling of biofuels combustion processes, its application in IC engines and gas turbines. They can apply general energetic and carbon footprint evaluation strategies to biofuels applications.
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> Lecture notes
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> 1 Klausur Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Heinz Pitsch
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 Energy from biofuels (401436201)	1. Semester	2. Semester	3	0

▲ **Angebotsknoten**

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

+ Regenerative Brennstoffe (4014840)

Modultitel	Regenerative Brennstoffe (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014840
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	-
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen chemische und biotechnologische Verfahren für die Herstellung von Biokraftstoffen der ersten, zweiten und dritten Generation und können diese hinsichtlich ihrer Effizienz und Praktikabilität bewerten. • Desweiteren kennen sie Ansätze zur Verbrennungsmodellierung von regenerativen Kraftstoffen und können Anwendung und Potentiale von Biokraftstoffen in Arbeitsmaschinen wie Verbrennungsmotoren und Gasturbinen und in Feuerungen bewerten. Grundlegendes Verständnis für die Besonderheiten der Energiebilanz und der Eigenschaften von regenerativen Brennstoffen erwerben. Die Potentiale und die Anwendung von regenerativen Brennstoffen in Arbeitsmaschinen wie Verbrennungsmotoren und Gasturbinen sowie in Feuerungen sollen von den Studenten bewertet werden können.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> • Eine Klausur • Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jochen Büchs Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Walter Leitner Universitätsprofessor Dr.-Ing. Heinz Pitsch
ECTS Credits	5
Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

+ Regenerative Brennstoffe (4014840)

● **Prüfungsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Regenerative Brennstoffe (401484001)	1. Semester	2. Semester	5	0

▲ **Angebotsknoten**

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

+ Industrielle Umwelttechnik und Luftreinhaltung (4011012)

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	<ol style="list-style-type: none"> 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 <p>Evtl. Fachbezogene Exkursion Evtl. Gastvortrag Übungen</p>
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Nach erfolgreicher Teilnahme an den Modulveranstaltungen haben die Studierenden Kenntnisse und Fähigkeiten in den Themenfeldern, die im Unterpunkt Inhalt beschrieben werden, erworben.</p> <p>Wissen und Verstehen: Somit kennen die Studierenden insbesondere:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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, NO_x, SO₂). - Nachweismethoden - Bewertungsmethoden für Umweltrisiken von Produkten oder deren Produktionsprozesses - Ansätze zum produktionsintegrierten Umweltschutz in verschiedenen Industriebranchen <p>Außerdem können die Studierenden die theoretischen, grundlegenden Vor- und Nachteile der End-of-pipe-Technologien und des produktionsintegrierten Umweltschutzes gegenüberstellen und vergleichen.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>

+ Industrielle Umwelttechnik und Luftreinhaltung (4011012)

Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • 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)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● **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

+ Mikrofluidik und Einzelzell-Analyse in der Biotechnologie ...

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	<p>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.</p>
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Wissen und Verstehen:</p> <p>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.</p> <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <p>Sie kennen 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.</p> <p>Sonstiges (fakultativ):</p> <p>-</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Schriftliche oder mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Professor als Juniorprofessor Dr. Dietrich Kohlheyer
ECTS Credits	3

+ Mikrofluidik und Einzelzell-Analyse in der Biotechnologie ...

Kontaktzeit (SWS)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● **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

+ Angewandte Chemische Verfahrenstechnik (4014357)

Modultitel	Angewandte Chemische Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014357
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>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.</p>
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Wissen und Verstehen:</p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <p>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.</p> <p>Sie sind in der Lage, das Verhalten realer Reaktoren aus der ingenieurwissenschaftlichen Praxis mithilfe von geeigneten Modellierungsansätzen zu beschreiben und praxisnah umzusetzen.</p> <p>Sonstiges (fakultativ):</p> <p>keine</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <p>Chemische Verfahrenstechnik (M.Sc.)</p>
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Notwendige Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chemische Verfahrenstechnik (M.Sc.)

+ Angewandte Chemische Verfahrenstechnik (4014357)

Literatur	<p>Veranstaltungsliteratur: Baerns, Hoffmann, Renken: Chemische Reaktionstechnik, Lehrbuch der technischen Chemie 1, Wiley-VCH; 3. Auflage (1999)</p> <p>Empfohlene weiterführende Literatur: John F. Wendt: Computational Fluid Dynamics, Springer; 3. Auflage (2010)</p>
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)	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 Angewandte Chemische Verfahrenstechnik (401435701)	1. Semester	2. Semester	5	0
Praktikum Angewandte Chemische Verfahrenstechnik (401435702)	1. Semester	2. Semester	0	3

+ Computational Systems Biotechnology 2 (4016359)

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	<p>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</p>
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Wissen und Verstehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Sonstiges (fakultativ):</p> <ul style="list-style-type: none"> • interdisziplinäres Arbeiten im Grenzbereich Ingenieurwissenschaften / Biologie
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Notwendige Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mathematische Grundvorlesungen (Lineare Algebra, Analysis) • Grundkenntnisse der Biochemie (Enzyme) • MATLAB Grundkenntnisse <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <p>Fehlende Voraussetzungen zu biochemischen Reaktionsnetzwerken und Zellbiologie werden im Rahmen der Lehrveranstaltung über kurze Brückenkurse bzw. Material zum Eigenstudium nachgeholt. Darunter auch:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Zellbiologie einzelliger Organismen (Bakterien, Hefen) • grundlegende Stoffwechselnetzwerke (Glykolyse, Zitratzyklus) • Grundmechanismen der Genregulation

+ Computational Systems Biotechnology 2 (4016359)

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

+ Angewandte Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik (4017422)

Modultitel	Angewandte Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017422
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1. Einführung (Workshop):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Methoden zur Indeengenerierung - kreative Problemlösungsstrategien - Stage-Gate-Prozess - Grundlagen des Projektmanagements - Praktische Übungen zu Beispielpunkten <p>2. Projektphase:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorstellung von Projekten und Bildung von Teams - Erstellung eines Meilensteinplans - Selbstständige Bearbeitung des Projektes - Zwischenbesprechungen mit dem Betreuer <p>3. Abschlussphase:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorstellung des bearbeiteten Projektes - Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Wissen und Verstehen: Die Studierenden erlangen ein Bewusstsein für das Zusammenspiel von Kundenbedürfnissen, wirtschaftlichen Aspekten und der wissenschaftlich/technischen Möglichkeiten bei der Entwicklung von Lösungsstrategien und neuen Produkten.</p> <p>Somit kennen sie insbesondere</p> <ul style="list-style-type: none"> - Verschiedene Techniken zur kreativen Problemlösung bei der Entwicklung neuer Produkte - Eine vierstufige Entwicklungsmethodik (Stage-Gate-Prozess) für verfahrenstechnische Prozesse und deren Anwendung auf ein konkretes Beispiel anwenden - Die wichtige große Bedeutung der von Grenzflächenphysik und physikalischer Chemie bei der Entwicklung moderner, stark strukturierter Produkte. <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <p>Fachbezogene Lernziele:</p> <p>Die Studierenden lernen Methoden zu den kreativen und strukturierten Lösung von verfahrenstechnischen Problemen bei der Entwicklung oder Verbesserung von Produkten. Diese Methoden beruhen auf objektiven und subjektiven Entscheidungskriterien sowie auf einer Risikoabschätzung. Hierbei sind sie in der Lage das vorgegebene Problem zu analysieren und mögliche Lösungsansätze auf der Grundlage ihrer verfahrenstechnischen Kenntnisse zu bewerten und zu entwickeln. Zudem erwerben sie Kenntnisse in der teambasierten Lösung von komplexen Fragestellungen und in der Zusammenarbeit mit Projektpartnern.</p> <p>Nicht fachbezogene Lernziele:</p> <p>Durch die Bearbeitung eines neuen Themas in einem begrenztem Zeitraum innerhalb einer Gruppe lernen die Studierenden ihre Ressourcen frühzeitig zu erkennen und zu strukturieren. Sie erlernen die Arbeit in einem Team da während der Bearbeitung die Zusammenarbeit innerhalb der Gruppe und mit den Unternehmen ein wichtiger Kernpunkt zu Lösung der Fragestellung darstellt. Herauszustellen ist hierbei besonders, dass die Studierenden zum ersten mal einen Austausch mit Projektpartnern aus der Industrie erleben und ihre Ergebnisse vorstellen, sodass sie ihre Kommunikations- und Präsentationsfähigkeiten außerhalb einer universitären Lehrveranstaltung erproben und verbessern können.</p>

+ Angewandte Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik (4017422)

Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzung: - Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik
Literatur	Empfohlene weiterführende Literatur • Chemical Product Design (Cussler E.L. & Moggridge G.D.) • Design and Development of Biological, Chemical, Food and Pharmaceutical Products (Wesselingh J. A., Kiil S. & Vigild M. E.) • Robert G. Cooper: Top oder Flop in der Produktentwicklung. Erfolgsstrategien: von der Idee • Skript zur Vorlesung Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich zu 70% aus der wissenschaftlichen Arbeit und zu 30% aus dem Vortrag.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantwortlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Matthias Wessling
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 Angewandte Produktentwicklung in der Verfahrenstechnik (401742201)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ **Angebotsknoten**

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

+ Online-Analytik von Fermentierungsprozessen (4017038)

Modultitel	Online-Analytik von Fermentierungsprozessen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017038
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	<p>Folgende Methoden im Bereich der Fermentationstechnologie werden in der Vorlesung vermittelt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Methoden zur Messung des pH-Wertes - Methoden zur Messung des Sauerstoffpartialdrucks und der Gelöstsauerstoffkonzentration - Methoden zur Messung des Redoxpotenzials - Methoden zur Abgasanalyse (OTR, CTR, RQ) - Methoden zur Messung der Biomassemenge (z.B. Trübung, kapazitiv) - Spektroskopische Methoden (z.B. 20-Fluoreszenz, NIR, MIR) - Messverfahren für spezielle Metabolite, Substrate, o.ä. (z.B. Methanol, Ethanol) - Interpretation von Messdaten - Auswertung von Messdaten (z.B. PCA) <p>Der besondere Fokus der Veranstaltung liegt auf der online-Messung der resultierenden Parameter und den Anforderungen, die verschiedene Fermentermaßstäbe (z.B. Mikrotiterplatte, Schüttelkolben, Bioreaktor) an die Messtechnik stellen.</p>
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Wissen und Verstehen:</p> <p>Die Studierenden haben vertiefte und umfangreiche erweiternde Kenntnisse auf neuestem Stand zu einer Auswahl der unter "Inhalt" definierten Themen erworben. Sie können somit die übliche Online-Messtechnik sowie spezielle Online-Messtechnik im Bereich der Fermentationstechnologie erklären und anwenden.</p> <p>Die Studierenden können Vor- und Nachteile der Messverfahren und -methoden aufzählen und beschreiben. Sie können außerdem begründen und einordnen, welche Messtechnik für welchen Fermentationsmaßstab am besten geeignet ist. Die Studierenden können die typischen Einsatzgebiete und Anwendungen der einzelnen Methoden schildern. Sie können außerdem die konstruktiven, physikalischen und chemischen Hintergründe der Messmethoden erklären.</p> <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden sind anschließend in der Lage für gegebene Verfahren und Prozesse, die dafür geeigneten Methoden auszuwählen und die gewonnenen Messdaten hinsichtlich ihrer Aussagekraft und Verlässlichkeit zu bewerten.</p> <p>Sie sind fähig, die bekannten Methoden auf neue Aufgabenstellungen zu übertragen und dadurch neue und bisher unbekannte Messprobleme aus der ingenieurwissenschaftlichen Praxis zu bearbeiten.</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Messtechnisches Labor o.ä.
Literatur	<p>Veranstaltungsliteratur: Begleitende Unterlagen zur Vorlesung werden im entsprechenden Lernraum zur Verfügung gestellt.</p> <p>Empfohlene weiterführende Literatur: Aktuelle Fachliteratur zum Thema; Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry; Bioprozesstechnik (Hrsg.: Chmiel, Springer-Verlag)</p>

+ Online-Analytik von Fermentierungsprozessen (4017038)

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantwortlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Jochen Büchs
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)
Klausur Online-Analytik von Fermentationsprozessen (401703801)	2. Semester	1. Semester	3	0

▲ **Angebotsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Online-Analytik von Fermentationsprozessen	2. Semester	1. Semester	-	2

+ Modellprädiktive Regelung Energietechnischer Systeme (4017429)

Modultitel	Modellprädiktive Regelung Energietechnischer Systeme (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017429
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1 Einführung in die Modellbasierte Regelung von energietechnischen Systemen</p> <p>2 Übersicht Modellbasierter Regelungskonzepte</p> <p>3 Physikalische Modellbildung</p> <p>4 Black-Box Modellierung</p> <p>5 Grundlagen Optimierung</p> <p>6 Lineare Modellprädiktive Regelung – Ohne Beschränkungen</p> <p>7 Lineare Modellprädiktive Regelung – Mit Beschränkungen</p> <p>8 Nichtlineare Modellprädiktive Regelung – Nichtlineare Programme</p> <p>9 Nichtlineare Modellprädiktive Regelung – Diskretisierungsverfahren</p> <p>10 Formulierung der Optimierungsproblems</p> <p>11 Regelung von Verbrennungsmotoren</p> <p>12 Regelung von Gasturbinen</p> <p>13 Regelung von Brennstoffzellen</p>
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Wissen und Verstehen:</p> <p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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. <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <p>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</p>

+ Modellprädiktive Regelung Energietechnischer Systeme (4017429)

	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>Sonstige:</p> <p>Die Studierenden können im Rahmen der Übung im Team Übungsaufgaben lösen.</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Regelungstechnik - Höhere Regelungstechnik oder Rapid Control Prototyping - Verbrennungskraftmaschinen I oder Verbrennungskraftmaschinen II - Technische Verbrennung
Literatur	<p>Veranstaltungsliteratur:</p> <p>Vorlesungsfolien</p> <p>Empfohlene weiterführende Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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)	-
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	-
Selbststudium (h)	-

● **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

+ Höhere Regelungstechnik (4012306)

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	<p>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</p>
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung Mess- und Regelungstechnik
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • D. Abel: Regelungstechnik (Umdruck zur Vorlesung)
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	<p>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.</p>

+ Höhere Regelungstechnik (4012306)

	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

+ Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie (1618278)

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	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung: Begriffe, Definitionen, Geschichte <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einteilung von Schadstoffen <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umweltmedien: Boden, Wasser, Luft <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umweltrelevante organische Fremdstoffe <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umweltrelevante anorganische Schadstoffe <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abiotische Transformationsprozesse <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umweltanalytik <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bioverfügbarkeit, Aufnahme von Schadstoffen <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Toxikokinetik, Bioakkumulation <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Akute Toxizität <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Biotische Transformationsprozesse <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mechanismus spezifische Toxizität <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Indirekte Effekte auf Ökosysteme; Risikoanalyse und -bewertung <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Profil Institut für Umweltforschung
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben Kenntnisse und Methodenwissen, um Umweltchemikalien in verschiedenen Matrices 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.

+ Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie (1618278)

	<ul style="list-style-type: none"> Außerdem kennen die Studierenden wichtige Methoden der Umweltanalytik und des Biotesting. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> keine <p>Die gelehrtten 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.</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, &): Chemie für Verfahrenstechniker Chemisches Praktikum Vorlesung Ökologie
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> 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 Theis Modulverantwortlicher: 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

+ Einführung in die Ökotoxikologie und Ökochemie (1618278)

▲ **Angebotsknoten**

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

+ Regelungstechnisches Seminar (4017849)

Modultitel	Regelungstechnisches Seminar (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017849
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 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. <p>Mögliche Themen sind hierbei:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	<p>Wissen und Verstehen:</p> <p>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.</p> <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <p>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.</p>
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

+ Regelungstechnisches Seminar (4017849)

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

● **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

+ Ramanspektroskopie in der Energie- und Verfahrenstechnik ...

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	<p>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 (Wellenoptik) • 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</p>
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Wissen und Verstehen: Die Studierenden kennen Raman-Spektroskopie als analytisches Verfahren in der Verfahrens- und Energietechnik. Die Studierenden haben sich dazu folgendes Wissen angeeignet:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>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.</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	<p>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</p>
Sprache	Deutsch

+ Ramanspektroskopie in der Energie- und Verfahrenstechnik ...

Prüfungsbedingungen	Eine mündliche Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Koß
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	30
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	165,0

● **Prüfungsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Ramanspektroskopie in der Energie- und Verfahrenstechnik (401788301)	1. Semester	2. Semester	6	-

▲ **Angebotsknoten**

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

+ Apparateinnovationen in der chemischen Industrie (4020492)

Modultitel	Apparateinnovationen in der chemischen Industrie (Wahlpflichtfach)
Kennung	4020492
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Herstellkosten- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung <ul style="list-style-type: none"> • Systematik der Herstellkosten- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtung unter praxisrelevanten Aspekten mit Beispielen • Markt- und Wettbewerberanalyse 2. Stolpersteine der Prozessentwicklung <ul style="list-style-type: none"> • Beispiele für gescheiterte und beinahe gescheiterte Entwicklungen in der chemischen Industrie und die Bedeutung der apparativen Umsetzung • Beispiele für die Bedeutung thermodynamischer Daten und Grenzen der vereinfachten thermodynamischen Apparatemodelle in Prozesssimulationen. 3. Praktische Grenzen der Auslegungsmethodik <ul style="list-style-type: none"> • Grenzen von McCabe-Thiele, HTU/NTU und Kremser • Möglichkeiten der Kapazitätserweiterung ohne nennenswerte Investitionen • Bedeutung der Hydrodynamik bei der Apparatauslegung d. Vermeidung von Entwicklungs- und Planungsfehlern 4. Apparative Ansätze zur Prozessintensivierung <ul style="list-style-type: none"> • Digitalisierung in der chemischen Industrie • Grundsatzbetrachtung: Economy of Scale vs. Flexibilität Inhalt • Gesamtbetrachtung vom Reaktor über Reaktionsführung zum Prozess 5. Grundlagen und Beispiele von Apparateinnovationen <ul style="list-style-type: none"> • Bedeutung von Oberfläche/Nolumen, Turbulenz verstehen und nutzen • Integration mehrerer Unit Operations in einen Apparat • Praktische Beispiele der Energieintegration • Entwicklung neuer und energieeffizientere Apparatebauweisen; Anordnung der Apparate 6. Schutz des geistigen Eigentums <ul style="list-style-type: none"> • Systematik eines Patentierungsverfahrens • Nutzungspotential und Bedeutung eines Patent 7. Auswirkung auf Anlagenüberwachung und Regelung <ul style="list-style-type: none"> • Bewertung von Mess- und Regelungskonzepten für einzelne Apparate • Bedeutung für die Anlagen- und Prozesssicherheit 8. Anlagen- und Prozesssicherheit <ul style="list-style-type: none"> • Gefahrenanalyse, Risikoanalyse und Bewertung Fallbeispiele: Investitionsentscheidung treffen, Prozessintensivierung, Patentrechtlicher Schutz einer Apparateinnovation, Regelungskonzept für eine Kolonne erstellen, Gefahrenanalyse für Regelungskonzept erstellen.
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Die Studierenden lernen das aus anderen Lehrveranstaltungen bekannte theoretische Wissen zur Apparate- und Prozessauslegung in einen praxisrelevanten Kontext einzuordnen. Grenzen von theoretischen, vereinfachten Methoden werden vermittelt und an konkreten Praxisbeispielen diskutiert. Eine wirtschaftliche Betrachtung der Apparate bildet die Basis für Investitionsentscheidung und setzt die Studierenden in die Lage den Nutzen apparativer Neuentwicklungen im Kontext des Gesamtprozesses zu bewerten. Ebenso werden Maßnahmen zum Schutz des geistigen Eigentums und die praktische Umsetzung von Konzepten zur Automatisierung von Apparaten vorgestellt. Weiterhin werden die Inhalte sowie die Durchführung von Sicherheitsanalysen vermittelt. Die Veranstaltung versetzt die</p>

+ Apparateinnovationen in der chemischen Industrie (4020492)

	Studierende in die Lage, vorhandenes Grundlagenwissen über Apparatechnik, Auslegungsmethoden, Prozessentwicklung, Anlagenbilanzierung, Regelungstechnik und Sicherheitstechnik auf praktische Fragestellungen im Kontext des Gesamtprozesses anzuwenden. Die Studierenden können aus den Fehlern einiger Praxisbeispiele lernen und somit ihr theoretisches Wissen effektiver anwenden. Die Erkenntnis über den Nutzen und die Grenzen des theoretischen Wissens schärft die Urteilsfähigkeit der Studierenden. In Verbindung mit der Analyse realisierter Beispiele zur Verfahrens- und Apparatechnik wird die Umsetzungs- und Problemlösefähigkeit der Studierenden weiter verbessert. Insgesamt lenkt die Veranstaltung den Blick der Studierenden auf die praktische Umsetzung und die Nutzung der Elemente der konzeptionellen und apparativen Prozessintensivierung sowie vermittelt die Fähigkeit, verfahrenstechnische Themen und Fragestellungen in der chemisch-technischen Praxis adäquat angehen und erfolgreich bearbeiten zu können.
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: Fortgeschritten im Masterstudiengang Verfahrenstechnik, Grundlagen der thermisch/chemischen Verfahrenstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	- Fortgeschritten im Masterstudiengang Verfahrenstechnik - Grundlagen der thermisch/chemischen Verfahrenstechnik
Literatur	-
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus dem Ergebnis der mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Jupke
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 Apparateinnovationen in der chemischen Industrie	2. Semester	1. Semester	3	-

▲ **Angebotsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Blockveranstaltung Apparateinnovationen in der chemischen Industrie	2. Semester	1. Semester	-	2

+ Grundlagen der Lebensmittelverfahrenstechnik (4021730)

Modultitel	Grundlagen der Lebensmittelverfahrenstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4021730
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2019
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>Vorlesung 1: Einführung und Organisation Vorlesung 2: Partikel-Partikel-Wechselwirkungen Vorlesung 3: Aggregation und Reaktionstechnik Vorlesung 4: Kolloidale Zustandsformen, Gele, Schäume und Emulsionen Vorlesung 5: Mikroemulsionen Vorlesung 6: Protein-Hydrokolloid-Systeme Vorlesung 7: Verkapselungstechnik Vorlesung 8: Trennverfahren Vorlesung 9: Hochdrucktechnologie Vorlesung 10: Inaktivierung von Mikroorganismen und Konservierung von Lebensmitteln Vorlesung 11: Adsorption Vorlesung 12: Lebensmittelanalytik</p>
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Wissen und Verstehen:</p> <p>Nach Absolvieren der LV sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> • den Aufbau der elektrischen Doppelschicht zu erklären und den elektrischen Potentialverlauf abzuleiten • das Zeta-Potential zu erklären und seine Verwendung zur Beschreibung von intermolekularen Wechselwirkungen zu beurteilen • verschiedene Wege der Proteinaggregation zu diskutieren • Reaktionskinetik mit empirischen und physicochemischen Modellen abzuleiten • Aufbau, Größe und thermodynamische Stabilität kolloidaler Zustandsformen zu erklären • Einfluss von Emulgatoren, Temperatur, Ionenstärke und Grenzflächenkrümmung auf den Emulsionstyp zu verstehen • Struktur/Dynamik-Konzepte der Polymerphysik auf Biopolymere anzuwenden • in der Lebensmittelverfahrenstechnik eingesetzte Trennverfahren (Membrantrenntechnik, Kristallisation, enzymatische Trennung, Zentrifugation..) zu erklären • Thermodynamische Grundlagen zum chemischen Gleichgewicht und zur Reaktionskinetik unter Druck zu erklären • Aufbau und Funktionsprinzip eines Autoklaven zu erklären • Vor- und Nachteile nicht-thermischer, produktschonender Prozesse im Vergleich zu thermischen Verfahren zu diskutieren • Besonderheiten der Polymeradsorption zu erklären und Adsorptionsisothermen zu interpretieren • Methoden der Lebensmittelanalytik hinsichtlich Bestimmung von Größe, Molekulargewicht, Form und Wechselwirkungen zu erklären <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <p>Nach Absolvieren der LV sind die Studierenden in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> • die DLVO-Theorie auf Probleme der Membrantrenntechnik bzw. auf Strukturbildungsprozesse wie Aggregation anzuwenden • molekulare Struktur-Prozessbeziehungen zu diskutieren • Linien gleichen Effekts bei biochemischen Reaktionen, Abtötungskinetiken für Mikroorganismen sowie Aggregationsprozessen zu diskutieren • Konzepte zur Erzeugung von Ö/W (Öl in Wasser) und W/Ö-Emulsionen anzuwenden

+ Grundlagen der Lebensmittelverfahrenstechnik (4021730)

	<ul style="list-style-type: none"> • Phasenverhalten von Protein/Polysaccharid-Systemen basierend auf Polymerstruktur, Konzentration und Wechselwirkungen abzuleiten - geeignete Verfahren auszuwählen, um komplexzusammengesetzte Lebensmittelsysteme zu trennen und zu konzentrieren • basierend auf thermodynamischen Grundlagen den Einsatz der Hochdrucktechnologie auf Strukturbildungs- und Inaktivierungsprozesse zu beurteilen • Einsatz nicht-thermischer, produktschonender Prozesse hinsichtlich Inaktivierung von Mikroorganismen zu diskutieren • geeignete Verfahren der Lebensmittelanalytik zur Quantifizierung, Beurteilung, Optimierung von Trenn-, Konzentrierungs- und Inaktivierungsprozessen auszuwählen
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> • Grundoperationen der Verfahrenstechnik • Thermodynamik der Gemische • Reaktionstechnik
Literatur	-
Sprache	-
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der Klausur oder aus der Leistung während der mündlichen Prüfung.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. Dr. Björn Ronald Gebhardt
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 der Lebensmittelverfahrenstechnik" (402173001)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

▲ **Angebotsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung "Grundlagen der Lebensmittelverfahrenstechnik"	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

+ Grundlagen der Lebensmittelverfahrenstechnik (4021730)

Übung "Grundlagen der Lebensmittelverfahrenstechnik"	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
--	-------------	--------------------------	---	---

+ Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen (4014360)

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	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Brennstoffzellentechnik • Brennstoffzellen in der Energietechnik • Funktionsprinzip von Brennstoffzellen • Einteilung der Brennstoffzellentypen <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physikalisch-chemische Grundlagen I • Zellreaktionen und Elektrodenprozesse • Thermodynamik der Brennstoffzellen • Kinetik der Elektrodenprozesse <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physikalisch-chemische Grundlagen II • Strom/Spannungscharakteristika der Brennstoffzellen • Leitfähigkeitsmechanismen • Elektrochemische Meßverfahren <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technische Grundlagen I • Wirkungsgrad • Ausgewählte elektrochemische und stoffliche Zusammenhänge • Stofftransport in Brennstoffzellen <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technische Grundlagen II • Wärmetransport in Brennstoffzellen • Stofftransport in der systemtechnischen Peripherie • Regelung des Stofftransports • Mechanische Auslegung von druckbeaufschlagten Komponenten <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brennstoffzellensysteme I • Brenngasversorgung • Entschwefelung • Reformierung • Brenngasreinigung <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brennstoffzellensysteme II • Sauerstoffversorgung • Verfahrenstechnische Komponenten • Reglerkonzepte • Stromwandlungsmethoden • Gesamtsysteme <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spezielle Brennstoffzellentypen I • Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzelle

+ Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen (4014360)

	<ul style="list-style-type: none"> • Direkt-Methanol-Brennstoffzelle <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spezielle Brennstoffzellentypen II • SOFC (Solid Oxide Fuel Cell) • MCFC (Molten Carbonate Fuel Cell) <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energieträger für Brennstoffzellen I • Wasserstoff und dessen Herstellung • Wasserstoffspeicherung • Kohlenwasserstoffe <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energieträger für Brennstoffzellen II • Alkohole (Methanol und Ethanol) • Energieketten • Biomasse <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brennstoffzellenanwendungen I • Stationäre Anwendungen • Fahrzeuganwendungen <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Brennstoffzellenanwendungen II • Portable Anwendungen • Markteintritt <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 BZ-Systemen 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 BZ-Technik <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagenvorlesungen der jeweiligen Studienrichtung
Literatur	-
Sprache	Englisch

+ Grundlagen und Technik der Brennstoffzellen (4014360)

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

+ Mehrphasenströmung (4017887)

Modultitel	Mehrphasenströmung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4017887
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - 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, collision 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, droplet-wall interaction) - Statistical modeling for dispersed phases (PDF methods, Monte carlo methods, Fokker-Planck 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	<p>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 overview 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.</p> <p>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.</p>
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	-

+ Mehrphasenströmung (4017887)

Modulverantwortung	Prof. Dr.-Ing. Heinz Pitsch
ECTS Credits	6
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	-
Gesamtstunden (h)	180,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	165,0

● **Prüfungsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Prüfung Multiphase Flows	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	-

▲ **Angebotsknoten**

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

+ Water and Wastewater Treatment Technologies (3022850)

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

+ Water and Wastewater Treatment Technologies (3022850)

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

+ Strom- und Wärmeversorgungsanlagen (4010856)

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	<p>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“.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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 Hilfsysteme.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Wissen und Verstehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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.

+ Strom- und Wärmeversorgungsanlagen (4010856)

	<ul style="list-style-type: none"> Sie können die vorgestellten Prozesse bezüglich potenzieller Einsatzszenarien einordnen und bewerten. <p>Sonstiges:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 (studiengangsspezifisch)	-
(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

+ Strom- und Wärmeversorgungsanlagen (4010856)

Übung Strom- und Wärmeversorgungsanlagen	1. Semester	2. Semester	-	1
---	-------------	-------------	---	---

+ Elektrochemische Reaktoren (4023578)

Modultitel	Elektrochemische Reaktoren (Wahlpflichtfach)
Kennung	4023578
Version	V1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2020
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>Elektrochemische Grundlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die elektrochemische Zelle - Elektrochemisches Potential - Faraday'sche Gesetze - Transportphänomene - Elektrochemische Methoden - Kinetik - Elektrokatalyse <p>Elektrochemische Reaktoren</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aufbau eines Reaktors - Anwendungsbeispiele: Batterien, Beschichtungstechnologien, Elektrolyse-Techniken, Brennstoffzellen
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Wissen und Verstehen:</p> <p>Die Studierenden sind nach Abschluss der Lehrveranstaltung in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elektrochemische Reaktionsgleichungen der bearbeiteten Prozesse aufzustellen und diese in einer Gesamtreaktion zusammenzufassen. - Verschiedene elektrochemische Analysemethoden zu benennen und mögliche Anwendungen oder Limitierungen aufzuzeigen. - Den Unterschied zwischen thermodynamischen und kinetischen Effekten zu erkennen und zu erklären. - Die Funktionsweise eines Katalysators darzustellen. - Die gängigsten Katalysatormaterialien für die bearbeiteten Prozesse zu benennen. <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden sind nach Abschluss der Lehrveranstaltung in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> - Elektrochemisch relevante Größen, wie z.B. Elektrolyt-Leitfähigkeit und elektrochemische Potentiale/ Zellspannungen, zu berechnen. - Den Verlauf einer elektrochemischen Strom-Spannungskurve zu diskutieren. - Die vorgestellten Reaktoren hinsichtlich ihrer Funktionsweise zu vergleichen. - Die Effizienzen eines elektrochemischen Prozesses zu berechnen.

+ Elektrochemische Reaktoren (4023578)

	<p>Sonstiges (fakultativ):</p> <p>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.</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <p>Grundlagen der Chemie</p>
Literatur	<p>V.M. Schmidt, Elektrochemische Verfahrenstechnik: Grundlagen, Reaktionstechnik, Prozeßoptimierung, 1. Auflage, Wiley-VCH-Verlag, 2003. ISBN: 978-3-527-29958-4</p> <p>H. Wendt, G. Kreysa, Electrochemical engineering: science and technology in chemical and other industries, Springer, Berlin, 1999. ISBN: 978-3-642-08406-5</p> <p>Empfohlene weiterführende Literatur:</p> <p>C.H. Hamann, W. Vielstich, Elektrochemie, 4. Auflage, Wiley-VCH-Verlag, Weinheim, 2005. ISBN: 978-3-527-31068-5</p> <p>C.H. Hamann, A. Hamnett, W. Vielstich, Electrochemistry, 2. Edition, Wiley-VCH, Weinheim, 2007. ISBN: 978-3-527-31069-2</p>
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	-
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr. Anna Melcher
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)
Prüfung Elektrochemische Reaktoren (402357801)	1. Semester	2. Semester	4	-

▲ **Angebotsknoten**

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

+ Produkt- und Prozessdesign in der Biomedizin (4025546)

Modultitel	Produkt- und Prozessdesign in der Biomedizin (Wahlpflichtfach)
Kennung	4025546
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1: Introduction to the lecture's content, History of biomedical devices, recent developments, and current challenges</p> <p>2: Regulations/guidelines/standards for biomedical products and processes, MPG: German Medical Devices Law, EU legal framework for medical products, biocompatibility and biodegradability of materials, natural and synthetic materials, reaction of tissue to e.g. implants, criteria for the selection of materials</p> <p>3: Stage-gate process, profitability analysis, application example based on a biomedical product</p> <p>4: Function and composition of blood, flow properties (rheology) and mechanical stability of blood as a basis for the calculation and design of medical devices, damage mechanisms of blood and their minimization in the design of medical devices, transport mechanisms of blood, e.g. exosomes</p> <p>5: Fluid dynamics in biological systems, Bernoulli's law, flow in branched channels (e.g., arteries), influence of wall elasticity on flow behaviour, oscillatory flow, boundary layer theory</p> <p>6: Introduction to membrane processes in biomedicine, synthetic and natural membranes, transport resistances, materials and structures, mass transport in membranes, application examples, e.g. dialysis</p> <p>7: Extracorporeal blood treatment, blood purification and separation by membranes, microfluidic blood separation</p> <p>8: Mass transport in biological systems, diffusion and sorption, simple binding, e.g. ligand/receptor and complex binding, e.g. extracellular matrix, mass transport within the cell</p> <p>9: Surface and interface phenomena, surface tension, interfacial stability, wetting, surface modification</p> <p>10: Drug transport, drug development, kinetics of drug release, relationship drug - site of action - elimination of drug, diffusion controlled membrane systems, transdermal drug release, application examples, e.g. patches, microcarriers</p> <p>11: Introduction, goals and challenges of tissue engineering, materials, cultivation systems, application example, e.g. hollow fiber cell cultivation, 3D printing process for biomaterials</p> <p>12: Application examples: electrical impedance for modeling cell barriers and the blood-brain barrier, artificial lung as a drug testing system</p>
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Wissen und Verstehen:</p> <p>Through successful participation in the module course, students acquire extensive and interdisciplinary knowledge for the design of products and processes in biomedicine. They will be familiar with the regulations and requirements for medical products and gain knowledge and understanding in the area of flow behavior and mass transport in biological systems as well as in artificial systems for medical applications. Knowledge in the field of material properties, biocompatibility and surface as well as interface phenomena is imparted and its relevance is illustrated by application examples, such as artificial organ replacement (tissue engineering). In addition, students are familiar with the current</p>

+ Produkt- und Prozessdesign in der Biomedizin (4025546)

	<p>state of research and know the opportunities and challenges for both novel medical products, such as controlled drug delivery, and manufacturing processes, such as 3D printing for biomaterials.</p> <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <p>Students will be able to use a process model (stage-gate process) to design and optimize the innovation and development process of a biomedical product up to the production stage. The students are able to apply knowledge from fluid mechanics, mass transport and material properties to medical technology to address real-world, engineering challenges. This will enable the students to identify and solve problems that arise during the development process of products and apparatus for medical applications.</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Englische Fremdsprachenkenntnisse
Literatur	<p>D. Stamatialis; M. Wessling et al., Medical applications of membranes: Drug delivery, artificial organs and tissue engineering (2008)</p> <p>Empfohlene weiterführende Literatur:</p> <p>L. De Bartolo et al., Membrane Systems - For Bioartificial Organs and Regenerative Medicine (2017)</p> <p>G. Truskey et al., Transport Phenomena in Biological Systems (2004)</p>
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Die Endnote ergibt sich aus der Note der schriftlichen oder mündlichen Prüfung
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Univ.-Prof. 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)
Exam: Biomedical Product and Process Design (402554601)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	4	-

▲ **Angebotsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture: Biomedical Product and Process Design	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2
Exercise: Biomedical Product and Process Design	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

+ Seminar: Elektrochemische Anwendungen in Forschung und Industrie ...

Modultitel	Seminar: Elektrochemische Anwendungen in Forschung und Industrie (Wahlpflichtfach)
Kennung	4026527
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>Das Seminar wird wie folgt strukturiert:</p> <p>Es erfolgt eine Vermittlung der Grundlagen und Methodik für gute Vorträge seitens der Lehrenden.</p> <p>Danach dürfen sich die Studierenden eine Anwendung aus der Forschung oder der Industrie in Absprache mit den Lehrenden aussuchen, den sie gerne bearbeiten möchten. Alternativ werden auch mögliche Themen von den Lehrenden vorgeschlagen.</p> <p>Es erfolgt eine eigenständige Bearbeitungsphase, in der die nötige Literatur bearbeitet, strukturiert und ein Vortrag erstellt wird.</p> <p>Dieser Vortrag wird das erste Mal gehalten (Zwischenvortrag) und es wird Feedback zur Präsentation und zum Vortragsstil gegeben.</p> <p>Danach erhalten die Studierenden Zeit dieses Feedback umzusetzen und einen Abstract/Handout zu ihrem Vortrag zu erstellen.</p> <p>Es folgt abschließend die Endpräsentation mit anschließender fachlicher Diskussion des behandelten Themas.</p> <p>Die Vorträge (inklusive Diskussion) belaufen sich jeweils auf 30 Minuten.</p>
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Wissen und Verstehen:</p> <p>Die Studierenden sind nach Abschluss der Lehrveranstaltung in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> • verschiedene elektrochemische Prozesse aus der Forschung und Industrie zu erklären • den von ihnen bearbeiteten Prozess zu diskutieren • Methoden zur Vortragserarbeitung und -gestaltung anzuwenden <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <p>Am Ende des Seminars können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Informationen aus der Literatur zu einem Vortrag strukturieren • Vortragstechniken für überzeugende Vorträge umsetzen • qualitativ hochwertige Präsentationen erstellen • ihren Mitstudierenden konstruktives Feedback geben und Vorträge diskutieren • das bekommene Feedback umsetzen
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: Elektrochemische Reaktoren
Literatur	<p>V.M. Schmidt, Elektrochemische Verfahrenstechnik: Grundlagen, Reaktionstechnik, Prozeßoptimierung, 1.</p> <p>Auflage, Wiley-VCH-Verlag, 2003. ISBN: 978-3-527-29958-4</p>

+ Seminar: Elektrochemische Anwendungen in Forschung und Industrie ...

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Die Benotung erfolgt individuell. Die Gesamtnote setzt sich aus dem Handout, dem Zwischenvortrag, dem Endvortrag und dem fachlichen Verständnis zusammen.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Prof. Dr. Anna Mechler
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)
Elektrochemische Anwendungen in Forschung und Industrie (Seminar) (402652701)	2. Semester	1. Semester	4	-

+ Colloid Chemistry (1525725)

Modultitel	Colloid Chemistry (Wahlpflichtfach)
Kennung	1525725
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Einteilung kolloidaler Systeme, Theorien zur Stabilität von Dispersionen und Emulsionen: DLVO Theorie, sterische Stabilisierung, Depletion-Wechselwirkung, Assoziationskolloide, Phasendiagramme, Stabilität und Flockung kolloidaler Dispersionen.
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sind mit modernen Vorstellungen über die Stabilität von Dispersionen, Emulsionen und Polymerlösungen vertraut. Sie kennen den Einfluss chemischer Größen (pH-Wert, Salzgehalt, Zusatz organischer Stoffe) und physikalischer Größen (Konzentration, Temperatur, Teilchenform) auf die Stabilität kolloidaler Systeme und sind in die Lage, kolloidchemische Messungen zu interpretieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	Evans, Wennerström, The Colloidal Domain; Lagaly: Dispersionen und Emulsionen
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Hausaufgaben (benotet) und Hausarbeit (unbenotet)
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisation: Modulangebotsverantwortung Chemie Modulverantwortung: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Walter Richtering
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 Colloid Chemistry (152572501)	2. Semester	keine Semesterempfehlung	3	0

▲ **Angebotsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Colloid Chemistry	2. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

+ In Situ Spectroscopy for Process Control (1525699)

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 (studiengangsspezifisch)	-
(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

+ In Situ Spectroscopy for Process Control (1525699)

● **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

+ Katalyse in Mobilen Antrieben (4012529)

Modultitel	Katalyse in Mobilen Antrieben (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012529
Version	V3
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einleitung und Einführung: Rohemissionen Diesel/Otto, Gesetzgebung, Typen der Abgasnachbehandlung 2. Grundlagen: Chemisches Gleichgewicht, Reaktionskinetik 3. Übersicht über katalytische Vorgänge: Homogene Katalyse, Heterogene Katalyse 4. Technische Realisierung der heterogenen Katalyse: Träger Substrat (Material, Form, Randbedingungen), Washcoat (Material, Funktion, Beschichtung des Trägers), Katalysator (Material, Funktion, Temperatureinfluss) 5. siehe 4. 6. Katalytische Abgasnachbehandlung: Ausführungsformen, Zeitliches Verhalten, Funktion, Strömung, Lagerung, Anforderung (Temperatur und Schwingungen) 7. siehe 6. 8. siehe 6. 9. Katalysatoren mit Speicherfunktionen: Sauerstoff-Speicher, Stickoxid-Speicher, Vorgänge Funktion, zeitliches Verhalten 10. siehe 9. 11. Katalysatoren mit Zusatzmedien: SCR Technik, Funktion/Vorgänge, Technische Ausführung 12. siehe 11. 13. Rußfilter: Funktion und Wirkungsweise, Aufbau und Material, Regeneration 14. siehe 13. 15. Komplexe Abgasnachbehandlungssysteme
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden lernen die chemischen und thermodynamischen Grundlagen der katalytischen Abgasnachbehandlung. • Die Studierenden kennen Merkmale und Anforderungen der verschiedenen Katalysatoranwendungen, die in Verbrennungsmotoren zum Einsatz kommen • Sie sind fähig, die technische Realisierung der Katalyse zu bewerten • Die Studierenden können mit dem theoretischen Wissen über die verschiedenen katalytischen Abgasnachbehandlungssysteme Aussagen über die Funktionen und Anforderungen treffen. • Neben der Kenntnis einzelner Abgasnachbehandlungselemente können die Studierenden auch das Zusammenspiel komplexer Abgasnachbehandlungssysteme analysieren und bewerten. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studenten sind in der Lage, Problemstellungen zu analysieren und selbständig geeignete Lösungswege zu erarbeiten
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verbrennungskraftmaschinen I/II • Strömungslehre • Technische Verbrennung
Literatur	-

+ Katalyse in Mobilen Antrieben (4012529)

Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	-
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. (USA) Stefan Pischinger
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 Katalyse in Mobilen Antrieben (401252901)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	5	0

▲ **Angebotsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Übung Katalyse in Mobilen Antrieben	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	1
Vorlesung Katalyse in Mobilen Antrieben	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

+ Wärmepumpensystemtechnik (4023521)

Modultitel	Wärmepumpensystemtechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4023521
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>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 (Energietabel) 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.</p>
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Wissen und Verstehen:</p> <p>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.</p> <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <p>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.</p>

+ Wärmepumpensystemtechnik (4023521)

Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(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	Bewegungstechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011601
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1 <ul style="list-style-type: none"> • Einführung • Grundlegende Zusammenhänge • Anwendungsgebiete 2 <ul style="list-style-type: none"> • Analyse • Klassifizierung von Bewegungsaufgaben und Struktursynthese 3 <ul style="list-style-type: none"> • Getriebeanalyse: 5 & 6-gliedrige Getriebe, Polbahnen 4 <ul style="list-style-type: none"> • Getriebeanalyse: Räumliche & spärliche Getriebe 5 <ul style="list-style-type: none"> • Getriebesynthese: Alt'sche Totlagenkonstruktion 6 <ul style="list-style-type: none"> • Getriebesynthese: Mehrfache Erzeugung von Koppelkurven 7 <ul style="list-style-type: none"> • Rädergetriebe: Grundlagen und Anwendungen, Übersetzungsverhältnisse, Umlaufrädergetriebe, Differentialgetriebe 8 <ul style="list-style-type: none"> • Rädergetriebe: Radlinien, Räderkurbelgetriebe 9 <ul style="list-style-type: none"> • Krümmungstheorie: Satz von Euler-Savary, Satz von Bobillier 10 <ul style="list-style-type: none"> • Krümmungstheorie: Hartmannsche Konstruktion, Bressesche Kreise 11 <ul style="list-style-type: none"> • Kinetik: Kräfte und Momente 12 <ul style="list-style-type: none"> • Kinetik: Virtuelle Leistung, Verfahren nach Hain 13 <ul style="list-style-type: none"> • Rastgetriebe 14 <ul style="list-style-type: none"> • Synchrongetriebe 15 <ul style="list-style-type: none"> • Anwendungsbeispiel • Prinzipsynthese • Maßsynthese

	<ul style="list-style-type: none"> Auslegung
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogene Lernziele:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. <p>Nicht fachbezogene Lernziele (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.)</p> <ul style="list-style-type: none"> keine
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <p>" Mechanik I, II, III</p> <p>" Mathematik I-III und Numerische Mathematik</p> <p>" Elektromechanische Antriebstechnik</p>
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> Mechanik I, II, III Mathematik I-III und Numerische Mathematik Elektromechanische Antriebstechnik
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> 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	Bioreaktortechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010883
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2016
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung möglicher prozessbestimmender Parameter bei Bioprozessen • Grundsätzlicher Aufbau typischer Bioreaktoren, Standardabmessungen • Gängige Rührertypen und induzierte Strömungsmuster <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Methoden zur Leistungsmessung im Fermenter • Leistungscharakteristik verschiedener Rührer • Ne / Re - Diagramm <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maßstabsabhängigkeit der Hydrodynamik • Einfluss der Reaktorgeometrie auf die Leistungscharakteristik <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einfluss der Begasung auf die Leistungscharakteristik bei ein- und mehrstufigen Rührwerken • Strömungsregime bei begasten Rührkesseln <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Überflutung von Rührern • Gasansaugen von der Oberfläche • Blasenrezirkulation <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Blasen- und Tropfenkoaleszenz • Gasgehalt im Fermenter <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lokale Verteilung der Energiedissipation • Nachlaufwirbel der Rührer, Gültigkeitsgrenzen der Turbulenzgesetze • Dispergierung einer zweiten Flüssigphase <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Relevanz und experimentelle Bestimmung der hydromechanischen Belastung von Mikroorganismen • Analogie zum Sauerstofftransfer <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gas-flüssig Stofftransfer, Grundgleichungen • Experimentelle Methoden zur Bestimmung des $k_L a$-Wertes <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einflüsse verschiedener Parameter auf die maximale Sauerstofftransferkapazität • Stofftransfer in großen mehrstufigen Rührwerken <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bedeutung der CO_2-Abfuhr für Bioprozesse • Mischzeit und Zirkulationszeit <p>12</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Viskose Systeme und nicht-newtonsches Fließverhalten <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einflussfaktoren auf den Leistungseintrag in Schüttelkolben • Das "außer Phase"-Phänomen <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maximale Energiedissipation in Schüttelkolben • Sauerstofftransfer in Schüttelkolben <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> • Scale-up • Ausgewählte Scale-up Beispiele
Lernziele/Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interdisziplinärer Austausch (Biologen / Biotechnologen / Ingenieure)
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reaktionstechnik
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktionstechnik
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • 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	Computergestütztes Optikdesign (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011489
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung: • Gegenstand und Einordnung des Themas • Berufsbild des Optik-Ingenieurs • Trends im Optik-Design <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ray-Tracing: • Prinzip des Ray-Tracing • Diagnosewerkzeuge • Bewertung der Abbildungsleistung optischer Systeme <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optisches Layout und Optimierung: • Vorgehen beim Optik-Design • Optimierungsalgorithmen <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundformen optischer Systeme: • Ausführung • Anwendungsfelder <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strahlführungssysteme: • Lichtleitfaserkopplung für Festkörperlaser • Spiegelsysteme für FIR-Laser <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fokussiersysteme: • Transmissive Optiken • Spiegel-Fokussiersysteme <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strahlblendsysteme: • Scanneroptiken und F-Theta-Objektive • Polygonsysteme <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Homogenisierungssysteme: • Wellenleiterelemente • Reflektive Systeme <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mikrooptiken: • Kollimatoren für Hochleistungsdiodenlaser • miniaturisierte optische Systeme in Lasern <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nichtrotationssymmetrische optische Systeme:

– Technik & Naturwissenschaften
+ Computergestütztes Optikdesign (4011489)

	<ul style="list-style-type: none"> • Zylinderlinsensysteme • Prismensysteme <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bildgebende optische Systeme: • optische Prozessüberwachungssysteme • optische Messsysteme <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fertigungsgerechtes Design: • Berücksichtigung fertigungstechnischer Restriktionen • Verwendung von Standardkomponenten <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenfassung und Wiederholung der wichtigsten Lerninhalte <p>Sonstiges:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> " Vorlesung "Physik für Maschinenbauer" aus Bachelor-Studiengang " Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme"
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung "Physik für Maschinenbauer" aus Bachelor-Studiengang • "Grundlagen und Ausführungen optischer Systeme"
Literatur	Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> • 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	Computational Contact Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012291
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>Introduction</p> <ul style="list-style-type: none"> • Course outline • Historical review • Overview of current research topics <p>Rigid body contact and impact mechanics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sticking and sliding contact • Momentum balance during impact <p>Contact illustrated on a simple test case</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mathematical formulation of contact constraints • Overview of numerical contact algorithms <p>Review of continuum mechanics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tensor algebra and analysis • Kinematics, balance laws and constitution • Energy methods <p>Analytical contact mechanics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Half-space theory • Hertzian contact and the JKR theory • Elastic foundation approach <p>The contact boundary value problem</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contact equilibrium • Strong form and weak form statements <p>Contact kinematics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normal contact • Tangential contact <p>Contact constitution</p> <ul style="list-style-type: none"> • Normal contact: repulsion and adhesion • Tangential contact: sticking and sliding <p>Review of finite element methods</p> <ul style="list-style-type: none"> • Finite element discretization • Solution strategies • Consistent linearization <p>Contact discretization: Frictionless contact with a rigid body</p> <ul style="list-style-type: none"> • Penalty method • Lagrange multiplier method • Augmented Lagrange multiplier method <p>Contact discretization: Frictional contact with a rigid body</p> <ul style="list-style-type: none"> • Slip criterion • Evolution law • Predictor-corrector algorithm

	<p>Contact discretization: Contact between deformable bodies</p> <ul style="list-style-type: none"> • General formulation • Contact linearization • Segment to segment formulations <p>Contact algorithms</p> <ul style="list-style-type: none"> • Global contact search • Local contact search <p>Multiscale contact</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nanoscale contact • Multiscale methods <p>Advanced topics in contact mechanics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Thermo-mechanical contact • Rolling contact • Cohesive zone modeling
Lernziele/Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • 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 (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>recommended:</p> <ul style="list-style-type: none"> • a course on Continuum Mechanics • a course on Finite Element Methods
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • 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	Continuum Mechanics (Wahlpflichtfach)
Kennung	4012505
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materielle Körper, Konfigurationen, Koordinaten • Starrkörperbewegung <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Deformationsgradient <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verformungen von Flächen- und Volumenelementen • Verschiebung, Verzerrung und Scherung <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spektralzerlegung symmetrischer Tensoren • Verzerrungsinvarianten <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Polarzerlegung des Deformationsgradienten, Strecktensoren <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verallgemeinerte Verzerrungen • Deformationsgeschwindigkeitsgradient <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cauchy-Spannungstensor <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Impulserhaltungssatz <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Skalare Form des Impulserhaltungssatzes <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Momentenerhaltungssatz <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Erhaltungssatz der mechanischen Energie • Konjugierte Spannungs-Verzerrungs-Größen <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konstitutive Theorie, Noll-Axiome • Materielle Objektivität <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konstitutive Beziehungen, „Einfache“ Materialien • Elastische Materialien <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materialsymmetrie, isotrope Materialien • Hyperelastische Materialien

	15 • Übungsklausur
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen: Durch die Lehrveranstaltung erhalten die Studierenden grundlegende Kenntnisse der Kontinuumsmechanik die durch praxisnahe Übungen gefestigt werden. Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>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.</p> <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <p>" Englisch</p> <p>" Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I</p>
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Englisch • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • 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	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	<ul style="list-style-type: none"> • Steigende Energiepreise und notwendige Minderungen der CO₂-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 Gasmärkte 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 • Verbrauchermodele und Speichertechniken: Bedarfsermittlung, Jahresdauerlinie • Speichertechniken Energiemärkte - Strommarkt: Teilnehmer des Marktes, Arten von Strommärkten, Stromgestehungskosten, 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	<p>Wissen und Verstehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Energiewirtschaft wird im Konfliktfeld 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 Wärmemarkt 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. <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	keine
Literatur	• Vorlesungsskript
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	<ul style="list-style-type: none"> • Eine schriftliche Prüfung • Es können Bonuspunkte für Hausaufgaben gegeben werden. Diese werden bei Durchführung in der Vorlesung vorgestellt. Die maximal erreichbare Punktzahl in der Bonuspunktaufgabe 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	Fahrzeug- und Windradaerodynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011490
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1-3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strömungsphänomene bei der Umströmung stumpfer Körper • Kräfte und Momente • Grenzschichten • Abgelöste Strömungen • Beeinflussung des Totwassers • Bodennähe <p>4-8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fahrzeuge • Automobile • Fahrleistungen • Luftkräfte • Fahrtrichtungshaltung • Linearisiertes Fahrzeugmodell • Strömungen auf der Oberfläche • Hochleistungsfahrzeuge • Eisenbahnen • Fahrleistungen • Widerstand • Fahrt bei Seitenwind • Kopfwelle • Fahrt durch Tunnel <p>9-15</p> <ul style="list-style-type: none"> • Windkraftanlagen • Windmühlen und Windräder • Bauformen von Windkraftanlagen • Physikalische Grundlagen der Windenergieumwandlung • Aerodynamik des Rotors • Mathematische Modelle und Berechnungsverfahren • Rotornachlaufströmung • Aerodynamik der Vertikalachsen-Rotoren • Aerodynamik des Turms • Kräfte und Momente bei statischer Windlast • Dynamische Beanspruchung
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> " Mathematik " Thermodynamik

	" Strömungsmechanik I, II
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: <ul style="list-style-type: none"> • Mathematik • Thermodynamik • Strömungsmechanik I, II
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • 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	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	<p>The course is an introduction into the most important failure theories of structures. The content is summarized as:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	<p>In this course, students shall acquire the following:</p> <p><u>Knowledge / Understanding:</u> The students will understand:</p> <ul style="list-style-type: none"> • the physical effects leading to failure of structures and mechanical systems. This includes: <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p><u>Abilities / Skills:</u> The students will be able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

	<ul style="list-style-type: none"> d) apply State-of-the-art numerical methods for the use of failure criteria in applied mechanical engineering <p>The exercises are integrated in the lecture so that the students work individually or in groups on practical examples.</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-none-
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> 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	Gasdynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011055
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Thermodynamische Grundlagen: • Zustandsgleichung idealer Gase, • erster und zweiter Hauptsatz der Thermodynamik <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Isentrope Unter- und Überschallströmung: • Energiesatz, • Zustandsänderungen bei isentroper Strömung, • kritische Schallgeschwindigkeit <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Düsenströmungen: • Quasi-eindimensionale Erhaltungsgleichungen, • Geschwindigkeits-Flächenbeziehung <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Düsenströmungen und senkrechter Verdichtungsstoß: • Strömungsformen in Abhängigkeit des Gegendruckes, • Sprungbedingungen • Zustandsänderungen über einen senkrechten Verdichtungsstoß <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Senkrechter Verdichtungsstoß: • Prandtl-Gleichung, • Entropieproduktion über einen Stoß, • Ruhedruckverlust <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Näherungen für schwache Stöße: • Abhängigkeit Druckerhöhung Entropieproduktion, • Möglichkeit eines Expansionsstoßes <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schräge Verdichtungsstöße: • Erhaltungsgleichungen, • Sprungbedingungen, • Zustandsänderungen über einen schrägen Stoß, • Stoßpolarendiagramm <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Schwache schräge Verdichtungsstöße: • Prandtl-Meyer Strömungen: • Herleitung der Prandtl-Meyer Beziehung, • Anwendung auf Kompressions- und Expansionsströmungen <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Umströmung schwach angestellter, schlanker Profile: • Aufstellung der Näherungsformeln,

– Technik & Naturwissenschaften
+ Gasdynamik (4011055)

	<ul style="list-style-type: none"> Ermittlung der Auftriebs- und Widerstandsbeiwerte <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> Charakteristikentheorie: Crocco'scher Wirbelsatz und gasdynamische Grundgleichung, Kompatibilitätsbedingungen <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> Anwendung der Charakteristikentheorie: auf Düsenströmungen, Wechselwirkungen mit Freistrahlen, nicht einfache Strömungsgebiete <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> Potentialtheorie: Linearisierung der Potentialgleichung, Lösungsansatz nach d'Alembert, Gültigkeitsbereich, Störpotentialgleichung für schallnahe Strömungen <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> Anwendung der Potentialtheorie: zur Berechnung von Profilumströmungen und Innenströmungen, Aufstellen entsprechender Randbedingungen <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> Gasdynamische Ähnlichkeitsgesetze: ebene Strömungen, Transformationsbedingungen, Ähnlichkeitsgesetze nach Prandtl-Glauert und Göthert <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> Gasdynamische Ähnlichkeitsgesetze: Erweiterung auf dreidimensionale Strömungen, Transformation der Randbedingungen, Rotationssymmetrische Strömungen als Sonderfall der dreidimensionalen Strömungen, Ähnlichkeitsgesetze für schallnahe Strömungen
Lernziele/Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> 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	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	Informationstechnologische Netzwerke und Multimediatechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011681
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: Ziele und Aufgaben der industriellen Logistik <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: Organisatorische Einbindung der Logistik • Übung: Prozessoptimierung <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: Materialflussgestaltung • Gastvortrag <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exkursion <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: Informationslogistik • Übung: Beergame <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: Entwicklung und Beschaffung • Übung: Entwicklung und Beschaffung <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: Material- und Fertigwarendisposition • Workshop: Erhöhung der Dispositionsgüte <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: Distributionslogistik • Übung: Eröffnungsverfahren zur Tourenplanung <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: Ersatzteillogistik • Gastvortrag <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesung: Logistikcontrolling • Übung: ABC- und XYZ-Analyse
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 (studiengangsspezifisch)	Empfohlene Voraussetzungen: " Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre " Für die Veranstaltung im Sommersemester: Englischkenntnisse
(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen: • Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre • Für die Veranstaltung im Sommersemester: Englischkenntnisse
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • 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	Laserstrahlquellen (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014348
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung: • Laser in 3 Bildern <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laser Exkurs I: • Materie und aktives Medium <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laser Exkurs II: • Licht und Resonator <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Licht: • Wellenoptik/SVE-Näherung • Geometrische Optik <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gaußscher Strahl: • Strahlparameterprodukt/Strahlqualität • ABCD-Gesetz <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resonatoren: • g-Parameter-Diagramm • Longitudinale/transversale Resonatormoden <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materie: • Planck'scher Strahler • Atommodelle <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aktives Medium: • Einsteinsche Ratengleichungen • Lichtwellenleiter <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gaslaser: • Excimer-Laser • CO₂-Laser <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Festkörperlaser: • Diodenpumpen • Nd:YAG-Laser <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diodenlaser:

	<ul style="list-style-type: none"> • Halbleiterstrukturen • Stacks <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulation 1: • Gain-Switching • Q-Switching <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modulation 2: • Modelocking • Chirped Pulse Amplification <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unternehmerische Aspekte optischer Technologien: • VC/Netzwerke • Betriebswirtschaftliche Aspekte/ Bsp. Laser Job Shop <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zusammenfassung: • neuartige Strahlquellen
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 relevanten Gas-, Festkörper- und Dioden-Lasersysteme bekannt und können z.T. selbstständig ausgelegt werden. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage, vorgegebene Fragestellungen in Gruppendiskussionen zu klären und selbstständig zu lösen sowie diese Lösungen vorzustellen und zu diskutieren.
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> " Physik " Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Physik • Konstruktion und Anwendungen von Lasern und optischen Systemen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • 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	Numerische Strömungsmechanik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011018
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Lösung von Anfangswertproblemen • Wärmeleitungsgleichung • Programmbeispiele <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Numerische Lösung der Grenzsichtgleichungen • Linearisierung impliziter Lösungsverfahren • Anwendungsbeispiele <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Lösung linearer hyperbolischer Gleichungen • Numerische Lösung der Potentialgleichung • Anwendungsbeispiele <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Upwind und zentrale Diskretisierungen • Transporteigenschaften der Diskretisierungen • Dissipativer und dispersiver Abbruchfehler <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Lösung der Euler Gleichungen • Verschiedene Formen der Euler Gleichungen <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diskontinuierliche Lösungen der Euler Gleichungen • Rankine Hugoniot Beziehungen <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Upwind Verfahren der Euler Gleichungen <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ableitung des Flux-Difference Splitting Schemas <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Flux-Vector Splitting • Diskretisierung höherer Ordnung <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Explizite Schemata zur Lösung der Euler Gleichungen • MacCormack, Runge-Kutta etc. Methoden <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konvergenzbeschleunigung • FAS Mehrgittermethoden, lokale Zeitschrittverfahren <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implizite Schemata zur Lösung der Euler Gleichungen • Linearisierungen der Euler Gleichungen

	<ul style="list-style-type: none"> • Duale Zeitschrittverfahren <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diskretisierung der Euler Gleichungen auf unstrukturierten Netzen • Formulierung von Upwind Schemata <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Numerische Lösung der Euler Gleichungen für das Stoßrohrproblem • Anwendungsbeispiel
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studenten beherrschen die die Entwicklung von Lösungsalgorithmen für Systeme von partiellen Differentialgleichungen <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> " Numerische Strömungsmechanik I " Strömungsmechanik I, II " Thermodynamik " Höhere Mathematik
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Numerische Strömungsmechanik I • Strömungsmechanik I, II • Thermodynamik • Höhere Mathematik
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • 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	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	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unstrukturierte, strukturierte, segregierte Modelle von kinetischen Phänomenen • Klassifizierung von Reaktionen: homogene, heterogene Reaktionen, Chemische Katalysatoren, Typen von Biokatalysatoren • Reaktionsordnungen <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kinetik chemischer und biologischer Elementarreaktionen • Limitierungen, Inhibierungen, Aktivierungen • Verschiedene Phasen des Wachstums von Mikroorganismen, Mathematische Ansätze zu deren Beschreibung <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktionsstöchiometrien chemischer und biologischer Reaktion • aerobe/anaerobe Reaktionen: respiratorischer Quotient <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktionswärmen • Batch-, kontinuierliche Reaktoren, Vor- und Nachteile <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herleitung der Bilanzen für Reaktoren mit Rückführungen • Bilanzen für Reaktoren mit Zuführungen: fed-batch-Reaktor <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reaktoren mit immobilisierten Katalysatoren, Katalysatoren mit Diffusionswiderständen • Thiele Modulus <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Instationäre Zustände und Reaktionen • Mehrkomponenten-Reaktionen <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einfluss des pH-Wertes auf biologische Reaktionen • Temperatureinfluss auf biologische und chemische Reaktionen <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einfluss des osmotischen Druckes auf biologische Reaktionen • Eduktüberschuss-, Produkt- und Nebenprodukt-Inhibierungen <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parallelreaktionen • Sequentielle Reaktionen

	<p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verhalten von Reaktionssystemen mit Eduktüberschuss-, Produktinhibierung oder Katabolitrepression im Fed-batch <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kinetische Beschreibung von Bioprozessen mit Katalysatorrückführung • Beschreibung von Prozessen unterschiedlicher Kinetik mit Reaktorkaskadierung <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interaktion von Reaktion und Stofftransport <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regelungsstrategien
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	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	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Begriff des Vektorraums, Endlichdimensionale Vektorräume • Geometrische Darstellung von Vektoren <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beispiele von verschiedenen Vektorräumen Basis und Dimension eines Vektorraums <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vektorkomponenten, Summationskonvention • Skalarprodukt von Vektoren, Euklidischer Raum <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orthonormale Basis • Dualbasis <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tensoren zweiter Stufe als lineare Abbildung • Rechte und linke Abbildung <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tensorprodukt <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basisdarstellung eines Tensors <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basiswechsel, Transformationsregeln <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spezielle Operationen mit Tensoren zweiter Stufe • Tensorfunktionen, exponentielle Tensorfunktion <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transponierung von Tensoren, symmetrische und schiefsymmetrische Tensoren • Invertierung von Tensoren <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Skalarprodukt von Tensoren • Zerlegung von Tensoren zweiter Stufe <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vektor- und tensorwertige Funktionen, Differentialrechnung <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Koordinaten im Euklidischen Raum, Tangentenvektoren • Koordinatentransformation, kovariante und kontravariante Komponenten <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gradient, kovariante Ableitung

	<ul style="list-style-type: none"> • Christoffelsymbole, Darstellung der kovarianten Ableitung <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übungsklausur
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen: Die Tensor Algebra ist die Sprache der modernen Kontinuumsmechanik und der Materialmodellierung. Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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)	<p>Empfohlene Voraussetzungen: " Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I " Englisch</p>
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Englisch <p>Voraussetzung für (z.B. andere Module, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers II
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dreidimensionale Vektorfelder • Divergenz und Rotation <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eigenwertproblem von Tensoren zweiter Stufe • Eigenwerte und Eigenvektoren <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Charakteristisches Polynom • Hauptinvarianten von Tensoren zweiter Stufe <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beziehungen zwischen Hauptinvarianten, Hauptspuren und Eigenwerten <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Spektraldarstellung und Eigenprojektionen • Spektrale Zerlegung eines symmetrischen Tensors <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cayley-Hamilton Theorem <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Skalarwertige isotrope Tensorfunktionen • Darstellungen von isotropen Tensorfunktionen <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Skalarwertige anisotrope Tensorfunktionen • Rychlewski-Theorem <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materialsymmetrie • Isotrope, transversale isotrope und orthotrope Materialien <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ableitungen von skalarwertigen isotropen Tensorfunktionen • Differentiationsregeln für Tensoren <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ableitungen von Hauptinvarianten, Hauptspuren und Eigenwerten von Tensoren zweiter Stufe <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Konstitutive Beziehungen für hyperelastische Materialien <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tensorwertige isotrope Tensorfunktionen • Darstellungssatz <p>14</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele von konstitutive Beziehungen für isotrope und anisotrope elastische Materialien <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> • Übungsklausur
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Ergänzend zum ersten Teil der Lehrveranstaltung erhalten die Studierenden einen Einblick in die moderne Differentialgeometrie und Materialmodellierung. Die Studierenden...</p> <ul style="list-style-type: none"> • lernen die Begriffe Materialsymmetrie, Isotropie, Anisotropie • sind in der Lage, konstitutive Beziehungen für isotrope und anisotrope 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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)	<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> " Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I " Englisch
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tensor Algebra and Tensor Analysis for Engineers I • Englisch
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • 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	Thermodynamik der Gemische (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010855
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die Grundideen der Gemischthermodynamik • Definition des thermodynamischen Systems und der Systemgrenzen • Grafische Darstellung und Beschreibung des pVT-Verhaltens reiner Stoffe <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 Korrespondenzprinzips • Notwendigkeit über Materialgleichungen hinausgehender thermodynamischer Beziehungen für Gemische <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ableitung benötigter mathematischer Grundzusammenhänge • Zustandsänderungen im offenen System • Fundamentalgleichungen der Thermodynamik <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Differentielle Beziehungen zwischen den Zustandsgrößen • Allgemeine Phasengleichgewichtsbeziehung, Gibbs'sche Phasenregel <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Phasengleichgewichte in reinen Stoffen • Bedingungen für die Stabilität eines thermodynamischen Systems <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Fundamentalgleichung $A(T,V,x_i)$ als Basis für Zustandsgleichungen • Herleitung und Bedeutung der einzelnen Terme <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ableitung der Beziehungen für das chemische Potential, Einführung der Größen Fugazität und Fugazitätskoeffizient • Beschreibung von Phasengleichgewichten mit diesen Größen <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung und Diskussion von gebräuchlichen Zustandsgleichungen: Modifikationen der Virialgleichung, kubische Zustandsgleichungen, nicht-kubische Modifikationen der Van-der-Waals-Gleichung <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung partiell molarer Größen und Beziehungen für diese • Vorstellung der Terme für die Fundamentalgleichung $G(T,p,x_i)$ <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Berechnung von Phasengleichgewichten mit GE-Modellen • Modelle zur Beschreibung von GE: Wilson-Ansatz, NRTL, UNIQUAC, UNFAC. <p>11</p>

– Technik & Naturwissenschaften
+ Thermodynamik der Gemische (4010855)

	<ul style="list-style-type: none"> • Molekulare Eigenschaften: Molekülgeometrie, Van-der-Waals-Wechselwirkung, polare Komponenten, Wasserstoffbrückenbindung, Ionen, Polymere <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Messmethoden für Phasengleichgewichte • Gibbs-Duhem-Gleichung für die Konsistenzprüfung • Messung der Mischungsenthalpie <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Das Verhalten realer Reinstoffe und Gemische • Dampf-Flüssigkeits- und Flüssig-Flüssig-Gleichgewichte in Zweistoffgemischen • Dreiecksdiagramm für ternäre Mischungen <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herleitung der grundlegenden Beziehung für chemisches Gleichgewicht, Gibbs'sche Phasenregel • Anwendung der allgemeinen Beziehung auf reale Gemische mit Zustandsgleichungen und GE-Modellen <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gleichgewicht bei heterogener Reaktion • Gleichgewicht simultaner Reaktionen • Reaktionskinetik von Elementarreaktionen
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <p>" Thermodynamik I</p>
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Thermodynamik I Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Thermische Verfahrenstechnik • Eigenschaften von Gemischen und Grenzflächen • Prozessintensivierung und Thermische Hybridverfahren
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • 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	Strömungsmechanik II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014337
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	<p>1 • Ähnlichkeit; Lernziel ist der Zusammenhang zwischen Realausführung und Modellbildung sowie die Bedeutung der Ähnlichkeitsparameter</p> <p>2 • Schleichende Strömung; Darstellung der Strömungsfelder für das Gleichgewicht aus Druck- und Reibungskraft</p> <p>3 • Wirbelströmungen; Begriffe und Kinematik der drehungsbehafteten Strömung</p> <p>4 • Ableitung der Wirbeltransportgleichung und Darstellung der Drehungsfreiheit als Lösung der Impulsgleichung</p> <p>5 • Potentialströmung; Ableitung der Elementarlösungen</p> <p>6 • Ableitung der drehungsfreien Strömungsfelder stumpfer Körper</p> <p>7 • Grenzschichtströmung laminar; Ableitung der Grenzschichtgleichungen</p> <p>8 • Darstellung der Grenzschichtgrößen und der von Karmanschen Integralbeziehung</p> <p>9 • Grenzschichtströmung turbulent; Ableitung des turbulenten Grenzschichtprofils</p> <p>10 • Abgelöste Strömungen; Diskussion des Einflusses des Druckgradienten und der Reibungskräfte auf die Strömung stumpfer Körper</p> <p>11 • Mehrphasenströmungen; Darstellung der Analyse von mehrphasigen Strömungen</p> <p>12 • Blasenströmungen, Partikelbewegungen und Filmströmungen</p> <p>13 • Kompressible Strömungen; Ableitung der Grundgleichungen für kompressible isentrope Fluide</p> <p>14 • Kompressible Strömungen; Ableitung der Beziehung für den Verdichtungsstoß und Diskussion der Düsenströmung</p>
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen:

– Technik & Naturwissenschaften
+ Strömungsmechanik II (4014337)

	<ul style="list-style-type: none"> • Die Studenten beherrschen die (mathematische) Beschreibung von dreidimensionalen, instationären Strömungsvorgängen inkompressibler und kompressibler Fluide. • Sie kennen die Bezüge zu technischen Aufgabenstellen. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.)</p> <p>" Höhere Mathematik</p> <p>" Thermodynamik</p> <p>" Strömungsmechanik I</p>
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strömungsmechanik I • Höhere Mathematik • Thermodynamik Voraussetzung für (z.B. andere Module) • Aerodynamik I, II • Mathematische Strömungsmechanik I, II
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • 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	Strömungsmessverfahren I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4010886
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herleitung der Grundgesetze der Strömungsmechanik: Kontinuitätssatz, Bernoulli-Gleichung, Impulssatz <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ähnlichkeitsparameter und ihre Bedeutung: Geometrische Ähnlichkeit, Eulerzahl, Reynoldszahl, Froudezahl, Machzahl, Strouhalzahl <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundgleichungen für kompressible Strömungen: Energiesatz, Laval-Düse, senkrechte und schräge Verdichtungsstöße <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Druckmessung: Druckmesssonden, Versperrung, Barkereffekt, Scherströmung <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Druckmessung: Venturi-Düse, Richtungsabhängigkeit, kompressible Strömungen <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Druckmessung: Machzahlmessung, statische Druckmessung, Richtungsmessung <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rohrströmung: laminare und turbulente Rohrströmung, Druckverlust in Rohrströmungen, Mengenummessung in strömenden Medien, Messung der Geschwindigkeitsverteilung im Rohr <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengenummessung mit Düsen und Blenden: Verlustlose Düse, Drosselgeräte, Drosselgeräte für kleine Re-Zahlen, Venturi-Düse <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mengenummessung mit Düsen und Blenden: Druckverlust bei Drosselgeräten, Drosselgeräte für Ein- und Auslaufmessungen, Drosselgeräte bei kompressibler Durchströmung <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Messverfahren für Wandschubspannungen: theoretische Grundlagen (universelles und logarithmisches Wandgesetz) <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Methoden zur Messung der örtlichen Wandreibung: Mechanische Verfahren, Oberflächenelemente, Hitzdraht in laminarer Unterschicht, Wandschubspannungsmessung mit Drucksonden), optische Wandreibungsmessverfahren <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transitionserkennung: Grundlagen, laminar-turbulenter Umschlag, Grundlagen der Hitzdrahtanemometrie, Turbulenzmessung mit Einzeldraht, messtechnische Probleme bei Grenzschichtablösung <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Temperaturmessung: Grundlagen, Thermoelektrische Messverfahren

	14 • Einführung in die optischen Messverfahren: Laser-Doppler-Anemometrie, Schlieren-Verfahren, Schatten-Verfahren, Particle Image Velocimetry
Lernziele/Lernergebnisse	Fachbezogen: • Die Studierenden beherrschen 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)	Epfohlene 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	<p>1 • Einführung: Strömungsvisualisierungsverfahren, Pressure sensitive paint (PSP), Geschwindigkeitsmessverfahren</p> <p>2 • Strömungsvisualisierungsverfahren: Schattenverfahren, Schlierenverfahren, Farbschlierenverfahren, Background oriented Schlieren (BOS)</p> <p>3 • Strömungsvisualisierungsverfahren: Differentialinterferometrie, Mach-Zehnder-Interferometrie, Ölanstrichverfahren</p> <p>4 • Holographische Strömungsmessverfahren: Grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund, holographische Interferometrie, holographische Tomographie</p> <p>5 • Pressure sensitive paint: Einführung, grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund</p> <p>6 • Pressure sensitive paint: Anwendungen</p> <p>7 • Laser Doppler Anemometrie: Einführung, grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund</p> <p>8 • Laser Doppler Anemometrie: Einführung in die Lasertechnik, Photomultiplier, Strahloptik, Sende- und Empfangsoptik, Frequenzshift (Bragg-Zellen)</p> <p>9 • Laser Doppler Anemometrie: Arbeitsverfahren (forward/backward scatter), Brechungsindexanpassung, Partikelgrößenbestimmung, zwei- und drei-Komponenten LDA-Systeme</p> <p>10 • Laser Doppler Anemometrie: Anwendungen, Turbulenzmessung</p> <p>11 • Particle-Image Velocimetry: Einführung, grundlegendes Prinzip und theoretischer Hintergrund</p> <p>12 • Particle-Image Velocimetry: Einführung in die Lasertechnik, Kameratechnik, Tracer-Partikel, Lichtschnitt-Optik, Bildauswertung</p> <p>13 • Particle-Image Velocimetry: Scanning PIV, stereoskopische PIV, holographische PIV</p> <p>14 • Particle-Image Velocimetry: Anwendungen</p>

Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der verschiedenen in der Strömungstechnik verwendeten Messverfahren. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Teamarbeit wird in Gruppenübungen gefördert.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <p>" Strömungsmechanik I, II</p> <p>" Strömungsmessverfahren I</p>
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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	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 Grenzschichtgleichungen nullter und höherer Ordnung 3 • Exakte Lösungen der Grenzschichtgleichungen 4 • Ableitung des Integralverfahrens von von Karman und Polhausen 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 Reynoldsen 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 Wärmeübergang an der ebenen Platte • Näherungslösung für den Wärmeübergang für $Pr > 1$ 12 • Näherungslösung für den Wärmeübergang für $Pr \ll 1$ 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
(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	Wärme- und Stoffübertragung II (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013379
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strahlung aktiver Medien • Gasstrahlung • Strahlungstransportgleichung <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wärmeübertragung bei Kondensation und Verdampfung • Wärmeübertragung bei der Kondensation • Behältersieden • Verdampfung im Rohr <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kontaktwärmeübertragung <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anwendung der Laplace-Transformation auf Wärmeleitungsprobleme <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Weiterführende Stoffübertragung
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> " Wärme- und Stoffübertragung I " Strömungsmechanik
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	Angewandte molekulare Thermodynamik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4014361
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introduction <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Foundations • Classical Thermodynamics • Statistical Mechnics <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Classical Mechanics <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Classical Electrostatics <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Quantum Mechanics <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Computer Simulation <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • The Ideal Gas • Definition and Significance • The Canonical Partition Function • Factorization of the Molecular Partition Function • The Equation of State <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mixing Properties • Individual Contributions • Equilibrium Constant <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Excess Function Models • General Properties • Intermolecular Potential Energ <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simple Model Molecules <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Complex Model Molecules <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Equation of State Models • General Properties • Intermolecular Potential Energy <p>13</p>

– Technik & Naturwissenschaften
+ Angewandte molekulare Thermodynamik (4014361)

	<ul style="list-style-type: none"> • The Statistical Viral Equation • Conformal Potential Models <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Perturbation Models
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 fluidier Systeme formuliert. • Das Rahmenwerk wird genutzt, um Stoffmodelle einzuführen, die in den Bereichen Gastechologie, chemische Hochtemperatur-Reaktionen, Aufarbeitung von einfachen und komplexen Mischungen, bei Elektrolyt- und Biosystemen eingesetzt werden. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	Energiesystemtechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	4013389
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2011
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung • Energieerzeugung • Wärmepumpen und Kältemaschinen • Die Wärmequelle • Thermodynamische Bewertung • Mechanische Wärmepumpen • Thermische Wärmepumpen • Offene Wärmepumpen <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technik der Wärmepumpe • Wirtschaftlichkeit von Wärmepumpenanlagen <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projektstudie: Auslegung einer Gasmotor-Wärmepumpe <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kraft-Wärme-(Kälte)-Kopplung - (KWKK) • Gekoppelte Energieerzeugung • Thermodynamik der KWKK • Technik der KWKK <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Wirtschaftlichkeit • Potenziale der Kraft-Wärme-Kopplung <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projektstudie: KWK in einer Industrieansiedlung, Stromgutschrift für die KWK -Versorgung eines Gebäude-Komplexes, KWK in einer Industrieansiedlung <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energieverteilung • Wärmeübertrager und Speicher <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Warm- und Kaltwassernetze <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energiemanagement • Betriebliches Energiemanagement • Kommunales Energiemanagement <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Industrielle Prozesswärmewirtschaft • Wärmerückgewinnung • Wärmeintegration heißer und kalter Ströme nach der Pinchtechnik • Integration externer Betriebsmittel

	<p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Integration von Wärmetechnischen Anlagen • Gestaltung von Wärmeübertragernetzwerken <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortwärmewirtschaft • Industrielle Abwärme im Raumwärmemarkt • Verstromung industrieller Fortwärme
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <p>" Energiewirtschaft</p>
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	Numerische Strömungsmechanik I (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011054
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die numerische Strömungsmechanik • Beispiele von Strömungssimulationen • Grundlegende Erhaltungsgleichungen • Variierende mathematische Formulierungen <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • physikalische Bedeutung der Charakteristiken • Bestimmung des mathematischen Typs der Erhaltungsgleichungen • Charakteristische Form der Erhaltungsgleichungen <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Diskretisierung von partiellen Differentialgleichungen • Abbruchfelder und Konsistenz <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lösungsmethoden für skalare Gleichungen <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stabilitätsanalyse von Anfangswertproblemen • Diskrete Strömungstheorie <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • von Neumann Analyse • CFL Bedingung <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hirt'sche Stabilitätsanalyse <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in die numerische Lösung von Randwertproblemen <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Klassische Iterationsverfahren • Konvergenz iterativer Lösungsmethoden <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • ILU, Krylov-Unterraum Methoden <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mehrgittermethoden <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Transformation der partiellen Differentialgleichungen in krummlinige Koordinaten • Abbruchfelder auf körperangepassten Netzen <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diskretisierung auf unstrukturierten Netzen • adaptive Lösungsmethoden

	<ul style="list-style-type: none"> • Dreiecks- und Tetraedernetze • Hierarchische kartesische Netze <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vektorisierung und Parallelisierung von Lösungsalgorithmen • Anwendungen
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Diskussion verschiedener Beispiel numerischer Strömungssimulation fördert das Verständnis theoretischer Aspekte in praktischen Anwendungen. • Die Teamarbeit wird in Kleingruppenübungen gefördert
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.):</p> <p>" Strömungsmechanik I,II</p> <p>" Höhere Mathematik</p> <p>" Thermodynamik</p>
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>notwendig:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Strömungsmechanik I,II <p>empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Höhere Mathematik • Thermodynamik
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • 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	Modellierung komplexer chemischer Reaktionsnetzwerke (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011494
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2017
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>The lecture “Modeling of complex chemical reaction networks“ deals with the development of kinetic models und the understanding of the complex interaction of the resulting reaction network. Starting from a fundamental understanding of elementary, parallel, and consecutive reactions, methods for a systematic development of reaction networks are presented. The goal is to demonstrate how kinetic models can be developed in a hierarchical way considering estimation for reaction rate constants and thermodynamic properties with the help of reaction classes, analogies and group contribution methods. Depending on the considered system, the resulting models can contain hundreds of species and thousands of reactions, which are non-linearly coupled with each other. In order to understand the interactions of the elementary reactions in such complex reaction networks, methods for sensitivity and pathway analysis are introduced. Finally, also methods for simplifying such reaction networks are presented. Frequent tutorials will help to gain a deeper understanding of the content of the lectures. Overall this course focuses on the modeling and understanding of kinetic models. Several examples from different areas of applied chemistry are discussed and analyzed. In this way the lecture “Modeling of complex chemical reaction networks“ complements aspects that are also dealt with in other lecture as e.g. “Reaction Engineering” or “Chemical Process Engineering”. However, knowledge from these lectures is not mandatory.</p>
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Knowledge and understanding</p> <ul style="list-style-type: none"> - Theoretical methods for determining reaction rate constants and thermodynamic properties - Fundamentals and key reactions of oxidation and pyrolysis processes of hydrocarbons - Relevance of kinetic analysis in several areas <p>Skills and competences</p> <ul style="list-style-type: none"> - Development of complex reaction mechanisms - Analysis of reaction networks - Validation and evaluation of kinetic mechanisms
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	-
Literatur	<p>Veranstaltungsliteratur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorlesungsscript <p>empfohlene weiterführende Literatur:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Div. Veröffentlichungen wie in der Vorlesung angegeben
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Endnote ergibt sich zu 70% aus einer Klausur und zu 30% aus einer Hausarbeit.
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Professor als Juniorprofessor Dr.-Ing. Karl Alexander Heufer
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 Modellierung komplexer chemischer Systeme (401149401)	2. Semester	1. Semester	4	0

▲ **Angebotsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Modellierung komplexer chemischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	2
Übung Modellierung komplexer chemischer Systeme	2. Semester	1. Semester	-	1

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 (studiengangsspezifisch)	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	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	<p>1 Einleitung</p> <p>2 Grundlagen der Verbrennung</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2.1 Energievorräte und Energieverbrauch • 2.2 Charakterisierung der Brennstoffe • 2.3 Verbrennungsrechnung • 2.4 Energiebilanz am Wärme- oder Dampferzeuger • 2.5 Verbrennungstemperatur <ul style="list-style-type: none"> • 2.5.1 Theoretische Verbrennungstemperatur • 2.5.2 Wirkliche Verbrennungstemperatur • 2.6 Wärme- und Stoffübertragung an Brennstofftropfen <ul style="list-style-type: none"> • 2.6.1 Stationäre Wärme- und Stoffübertragung • 2.6.2 Instationäre Verdunstung • 2.7 Verbrennung von festen Brennstoffen <ul style="list-style-type: none"> • 2.7.1 Pyrolyse • 2.7.2 Koksabbrand • 2.7.3 Koksabbrandzeiten • 2.8 Gasstrahlung <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>3 Schadstoffbildung bei der Verbrennung</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3.1 Kohlenstoffmonoxid CO • 3.2 Schwefeloxide SO_x • 3.3 Stickstoffoxide NO_x <ul style="list-style-type: none"> • 3.3.1 Thermische NO_x-Bildung • 3.3.2 Bildung von Brennstoff-NO_x • 3.3.3 Maßnahmen zur Reduktion von NO_x <p>4 Verbrennungssysteme und ausgeführte Anlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4.1 Rostverbrennung • 4.2 Gas-, Öl- und Kohlebrenner • 4.3 Wirbelschichtfeuerungen
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p>

	• keine
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(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. Modulverantwortlicher: 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	Computational Systems Biotechnology 2 (Wahlpflichtfach)
Kennung	4016359
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Sommersemester 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	<p>Wissen und Verstehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Sonstiges (fakultativ):</p> <ul style="list-style-type: none"> • interdisziplinäres Arbeiten im Grenzbereich Ingenieurwissenschaften / Biologie
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Notwendige Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mathematische Grundvorlesungen (Lineare Algebra, Analysis) • Grundkenntnisse der Biochemie (Enzyme) • MATLAB Grundkenntnisse <p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <p>Fehlende Voraussetzungen zu biochemischen Reaktionsnetzwerken und Zellbiologie werden im Rahmen der Lehrveranstaltung über kurze Brückenkurse bzw. Material zum Eigenstudium nachgeholt. Darunter auch:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	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	<ol style="list-style-type: none"> 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	<p>Wissen und Verstehen:</p> <p>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.</p> <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <p>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.</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mechanics I, II, III • Mathematics I, II, III und numerical Mathematics
Literatur	Veranstaltungsliteratur:

	<ul style="list-style-type: none"> • Lecture notes "Maschine Dynamics of Rigid Systems" • Lecture slides <p>Empfohlene weiterführende Literatur:</p> <p>Dresig, H.; Holzweißig, F.: Maschinendynamik / VDI-Richtlinie 2149: Getriebedynamik (Fachausschuss A204, Lrng. 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</p>
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	The final grade results from the oral exam, the written exam or the e-test, whichever applies.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantwortlicher: 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 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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

	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>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.</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(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	2. Semester	5	0

▲ **Angebotsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Lecture Advanced Finite Element Methods for Engineers	1. Semester	2. Semester	-	2
Tutorial Advanced Finite Element Methods for Engineers	1. Semester	2. Semester	-	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	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung • Grundlegende Zusammenhänge • Anwendungsgebiete <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Modellbildung • Modellansätze für physikalische Modelle • Mehrkörpersysteme • Ermittlung der Modellparameter • Allgemeine mathematische Beschreibungsformen <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kinematik der Mehrkörpersysteme • Position und Orientierung von Körpern • Translatorische Kinematik • Rotatorische Kinematik <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewegungsgleichungen: Lagrangesche Gleichungen 2. Art <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewegungsgleichungen: Newton-Eulersche Gleichungen <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewegungsgleichungen: Linearisierung, Eigenwertsatz <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bewegungsgleichungen • Ungedämpfte nicht-gyroskopische Systeme • Gedämpfte gyroskopische Systeme • Eigenwertstabilitätskriterien <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lineare Systeme mit harmonischer Erregung • Reelle Frequenzgangmatrix • Komplexe Frequenzgangmatrix <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zustandsgleichungen • Systemmatrix • Eigenwertansatz

	<p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zustandsgleichungen • Fundamentalmatrix • Modalmatrixansatz • Satz von Cayley-Hamilton <p>11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zustandsgleichungen • Analytische Lösung • Numerische Lösung • Sprungerregung • Harmonische Erregung • Periodische Erregung <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einführung in MKS-Simulationsprogramme • ADAMS • SIMPACK • SimMechanics <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hands-On-Labor für MKS-Simulationsprogramme • ADAMS • SIMPACK • SimMechanics <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anwendungsbeispiel • Modellierung • Parameterfestlegung <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anwendungsbeispiel • Berechnung • Auswertung
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 Vereinfachungen 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. <p>Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.):</p> <ul style="list-style-type: none"> • keine
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-

(empfohlene) Voraussetzungen	Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...): <ul style="list-style-type: none"> • 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	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	<p>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.</p> <p>Zu Beginn der Veranstaltung wird das Ähnlichkeitsprinzip vorgestellt und auf die Möglichkeiten und Ziele eingegangen. Diese sind insbesondere die effiziente Durchführung experimenteller Arbeiten.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>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 ähnlichkeits-theoretischen 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.</p> <p>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.</p>
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Wissen und Verstehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p>

– Technik & Naturwissenschaften

+ Anwendung der Ähnlichkeitstheorie im Maschinenbau (4012524)

	<ul style="list-style-type: none"> 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. <p>Sonstiges:</p> <ul style="list-style-type: none"> Die Übungsaufgaben werden individuell gelöst, damit die Studierenden die Fähigkeit entwickeln, selbständig Lösungsansätze zu erarbeiten.
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, ...):</p> <ul style="list-style-type: none"> Strömungslehre Wärme- und Stoffübertragung Grundlagen der Turbomaschin
Literatur	<p>Vorlesungsskript</p> <p>Empfohlene weiterführende Literatur:</p> <p>Kattanek / Gröger / Bode: „Ähnlichkeitstheorie“, Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1967</p> <p>J. Pawlowski: „Die Ähnlichkeitstheorie in der physikalischen technischen Forschung – Grundlagen und Anwendung“, 1970, ISBN 3-540-05007-5 Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York</p> <p>B. Kögl, F. Moser: „Grundlagen der Verfahrenstechnik“, Springer Verlag Wien GmbH, 1981, ISBN 978-3-7091-2271-6</p>
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	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	<p>1) Einführung: Motivation, Marktrelevanz, Übersicht relevanter Verfahren</p> <p>2) Selective Laser Melting: Verfahrensprinzip, Entwicklung von Prozessstrategien, Qualitäts- und Kostenoptimierung, High Power SLM</p> <p>3) Laser Metal Deposition: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele</p> <p>4) Selective Laser Sintering & Stereolithographie: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele</p> <p>5) Dünnschicht-Verfahren: Verfahrensprinzip, Workflow und Produktivität, Best Practice Beispiele</p> <p>6) Werkstoffe & Prozesskontrolle: Materialklassen, Eigenschaften & Einsatzgebiete, Materialherstellung und Qualitätssicherung, Qualitätsaspekte in der Additiven Fertigung, Systemtechnik und Prozesssensorik, Steuerung & Regelung von Laserfertigungsprozessen</p> <p>7) Design for Additive Manufacturing I: Agiles Projektmanagement in der Additiven Fertigung, Erweiterung der CAE Prozesskette, Software AM, AM gerechte Produktentwicklung</p> <p>8) Design for Additive Manufacturing II: Simulationsgetriebene Designprozesse (Topologieoptimierung, Integration von Gitterstrukturen, Funktionsintegration)</p> <p>9) Arbeitsvorbereitung I: Jobvorbereitung (Datenkontrolle und Aufbereitung, CAM (SLM vs. LMD), Teileplatzierung & Materialhandling, Arbeitssicherheit und Umwelt.</p> <p>10) Arbeitsvorbereitung II: Simulation (Schmelzdynamik, Wärmetransport, Gefüge, Spannungen, Gasströmung und Düsenauslegung)</p> <p>11) Folgeprozesse: Wärmenachbehandlung, Oberflächenfinishing, Hybridanwendungen, Automatisierungskonzepte.</p> <p>12) Anwendungsfelder und Märkte: Heutige Anwendungsfelder & Erwartete Entwicklungen, Wirtschaftlichkeit, Ggfs. Rechtsfragen</p> <p>13) Zusammenfassung und Future Trends: Schlüsseleigenschaften der AM- Technologie, Übersicht der physikalischen und digitalen Prozesskette, Ausblick</p>
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Wissen und Verstehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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.

– Technik & Naturwissenschaften

+ Additive Fertigungsverfahren: Technologien und Prozesse (4017421)

	<p>- Die Studierenden kennen die wesentlichen Einflussfaktoren auf die wirtschaftliche Anwendbarkeit der AM-Technologie.</p> <p>- Die Studierenden haben Kenntnis über angrenzende Themengebiete, welche mit den heutigen Anwendungsfeldern und den erwarteten Entwicklungen einhergehen.</p> <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <p>- Die Studierenden sind in der Lage Lösungen zu vorgegebenen Fragestellungen selbstständig zu erarbeiten.</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Kenntnisse der Fertigungstechnik - Kenntnisse der Wärme- und Stoffübertragung - Kenntnisse der Lasertechnik
Literatur	Vorlesungsskript, Übungsaufgaben
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine Klausur
Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulverantwortlicher: 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 - Quantitative Methoden der Zukunftsforschung (Wahlpflichtfach)
Kennung	4025605
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2021
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>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.</p> <p>Diese Lehrveranstaltung wird in das aktuelle Forschungsthema Data Driven Foresight einführen und an den Stand der Forschung herantführen. Neben den Chancen, welche die Nutzung von Daten in diesem Kontext mit sich bringt, sollen auch die Herausforderungen und Grenzen dieses Ansatzes thematisiert werden.</p> <p>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 informatrische 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.</p> <p>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</p>
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Wissen und Verstehen:</p> <p>Im Rahmen der Vorlesung "Data Driven Foresight - Quantitative 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:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Data Mining und Text Mining 2. Bibliometrie, Szientometrie und Patentometrie 3. Maschinelles Lernen 4. Visualisierungen <p>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.</p> <p>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-</p>

	<p>getriebener Methoden in der Zukunftsforschung sowie die Interpretation der Ergebnisse im Kontext der Zukunftsforschung bewerten zu können.</p> <p>Fertigkeiten und Kompetenzen:</p> <p>Aufbauend auf dem erlernten Methodenwissen, entwickeln die Studierenden folgende Fertigkeiten und Kompetenzen im Rahmen dieser Lehrveranstaltung:</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>3. Die Kompetenz, Daten in einem komplexen Zusammenhang (hier Zukunftsforschung) einzuordnen, zu verstehen und zu interpretieren, stellt den zentralen Punkt dieser Lehrveranstaltung dar.</p> <p>Diese Kompetenzen werden im Rahmen eines kleinen Projektes angewandt werden, so dass Kompetenzen im Bereich der Projektarbeit vertieft werden.</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Empfohlene Voraussetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>[1] DUIN, Patrick van der (Hrsg.): Foresight in organizations : Methods and tools. New York NY : Routledge,</p> <p>2016 (Routledge Advances in Management and Business Studies)</p> <p>[2] EVERGREEN, Stephanie D. H.: Effective data visualization : The right chart for the right data. Los Angeles : SAGE, 2017</p> <p>[3] GLÄNZEL, Wolfgang (Hrsg.); MOED, Henk F. (Hrsg.); SCHMOCH, Ulrich (Hrsg.); THELWALL, Mike (Hrsg.)</p> <p>Empfohlene weiterführende Literatur:</p> <p>Es werden während der Veranstaltung bzw. am Ende jedes Termins entsprechende Hinweise gegeben.</p>
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 - Quantitative Methoden der Zukunftsforschung	1. Semester	keine Semesterempfehlung	3	2

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	<ul style="list-style-type: none"> • 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 contravariant 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:

– Technik & Naturwissenschaften
+ Nonlinear Structural Mechanics (4012290)

	<p><u>Knowledge / Understanding:</u> Students</p> <ul style="list-style-type: none"> 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. <p><u>Abilities / Skills:</u> Students</p> <ul style="list-style-type: none"> 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). <p><u>Competencies:</u> Students</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	recommended: <ul style="list-style-type: none"> Basic knowledge in mechanics (statics, strength of materials, dynamics)
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> 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	<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Least Squares Method Examples</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ritz' method • Examples • Numerical integration • Newton-Cotes method • Gauss method <p>Examples:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	<p>Overall goal:</p> <p>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.</p> <p>In this course, students shall acquire the following:</p>

– Technik & Naturwissenschaften
+ Numerical Methods in Mechanical Engineering (4011449)

	<p>Knowledge / Understanding The students will understand</p> <ul style="list-style-type: none"> 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 <p>Abilities / Skills The students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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	<p>Universitätsprofessor Dr.-Ing. Bernd Markert</p> <p>Dr. rer. nat. Michael Ban</p>
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	Fundamentals of Machine Learning (Wahlpflichtfach)
Kennung	4011600
Version	V4
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>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.</p> <p>Class outline:</p> <ol style="list-style-type: none"> 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	<p><u>Knowledge and Understanding</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p><u>Abilities and Competencies:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	<p>Will be announced in class.</p> <p>Recommended further literature:</p> <p>Bishop, Christopher M., Pattern recognition and machine learning. Springer, 2006.</p> <p>Sutton, Richard S., and Andrew G. Barto, Reinforcement learning: An introduction (second edition). MIT press, 2018.</p>

	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	Elektrochemische Umwandlungs- und Speichersysteme für mobile Antriebe (Wahlpflichtfach)
Kennung	4028586
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2023
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	Die Veranstaltung befasst sich mit den Themengebieten Brennstoffzelle und Batterie in mobilen Antrieben. Im Themengebiet der Brennstoffzelle wird der Brennstoffzellenstack inklusive seiner einzelnen Bauteile diskutiert. Weiterhin werden die mit dem Stack verbundenen Teilsysteme zur Luftbereitstellung und -konditionierung, zur Brennstoffbereitstellung und zur Kühlung behandelt. Der Brennstoffzellenstack und die Teilsysteme werden schließlich im gesamten Brennstoffzellenstack zusammengeführt. Im Batterieteil werden Traktionsbatterien für mobile Anwendungen betrachtet. Es wird auf die Zellchemie, das Batteriepack-Design, die Degradationsmechanismen und das Management-System eingegangen. Sowohl die Brennstoffzelle als auch die Batterie werden in ausgewählten Anwendungen auf Fahrzeugebene vorgestellt.
Lernziele/Lernergebnisse	<p><u>Wissen und Verstehen:</u></p> <p>Die Studierenden wissen und verstehen die folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlegende Funktion von Brennstoffzellen und Batterien • Komponenten und Teilsysteme von Brennstoffzellen- und Batteriesystemen • Designaspekte einzelner Komponenten • Ausfall- und Degradationsmechanismen einzelner Komponenten und auf Systemebene • Berechnung und Auslegung von Brennstoffzellen- und Batteriesystemen • Managementsysteme und -strategien <p>;</p> <p><u>Fertigkeiten und Kompetenzen:</u></p> <p>Die Studierenden erlernen die folgenden Fähigkeiten und Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau und Grundbauteile eines Brennstoffzellen-Stacks • Verständnis über die medienführenden Komponenten eines Brennstoffzellen-Stacks: Luft, Wasserstoff, Kühlmittel • Funktion des Brennstoffzellen-Systems hinsichtlich Alterung und Ausfall • Funktion der Brennstoffzellen-Regelung hinsichtlich Betriebszustand und Diagnose • Design und Management von Batterien für Fahrzeugantriebe • Diagnose, Alterung und Ausfall von Batterien in Fahrzeugantrieben
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Grundlagen mobiler Antriebe (GMA)
Literatur	-
Sprache	Deutsch/Englisch
Prüfungsbedingungen	Eine schriftliche Prüfung
Sonstiges	-

Modulverantwortung	Universitätsprofessor Dr.-Ing. Stefan Pischinger
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 Elektrochemische Umwandlungs- und Speichersysteme für mobile Antrieb (402858601)	1. Semester	2. Semester	6	-

▲ Angebotsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Elektrochemische Umwandlungs- und Speichersysteme für mobile Antriebe	1. Semester	2. Semester	-	2
Übung Elektrochemische Umwandlungs- und Speichersysteme für mobile Antriebe	1. Semester	2. Semester	-	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 (studiengangsspezifisch)	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)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Einführung in die Computergraphik (121231001)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ **Angebotsknoten**

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

Modultitel	Inhaltsbasierte Ähnlichkeitssuche (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211929
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2006
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<p>1. Einführung: Multimediadatenbanken, Ähnlichkeitsmodelle 2. Ähnlichkeitsmodelle</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bilddatenbanken • Geometrische Objekte • Sequenzdaten • Graphstrukturen <p>3. Datenbanktechniken zur Ähnlichkeitssuche</p> <ul style="list-style-type: none"> • Indexstrukturen • Dimensionsreduktion • Spezielle Distanzfunktionen (quadrat. Formen, EMD) • Partielle Ähnlichkeitssuche
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Erwerb der folgenden Kenntnisse und Fähigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 (studiengangsspezifisch)	-
(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	<p>Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher Informatikmodellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja Petzoldt Modulverantwortlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Thomas Seidl</p>
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	1. Semester	0	2
Masterprüfung Inhaltsbasierte Ähnlichkeitssuche (121192901)	1. Semester	1. Semester	6	0

▲ Angebotsknoten

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

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	<ul style="list-style-type: none"> • 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 automobiler Themen vorbereitet zu sein.
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Knowledge in Software Engineering
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • 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 Petzoldt Modulverantwortlicher: Dr. rer. nat. Ansgar Schleicher Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Bernhard Rumpe
ECTS Credits	3
Kontaktzeit (SWS)	1
Prüfungsdauer (min)	0

Gesamtstunden (h)	90,0
Präsenzstunden (h)	15,0
Selbststudium (h)	75,0

● 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	-	1

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	8
Kontaktzeit (SWS)	6
Prüfungsdauer (min)	15-45 (mündlich/oral) 90-120 (schriftlich/written)

— Informatik

+ Automatische Spracherkennung (1215750)

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 automatische Spracherkennung (121575002)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung automatische Spracherkennung (121575001)	2. Semester	1. Semester	8	0

▲ **Angebotsknoten**

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

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	<ul style="list-style-type: none"> • Beispiele algorithmischer Probleme, Darstellung durch Sprachen und Funktionen, Frage der Lösbarkeit • Turingmaschinen, Church-Turing-These • Berechenbarkeit, Entscheidbarkeit, Aufzählbarkeit • Simulationen zwischen verschiedenen Berechnungsmodellen, universelle Maschinen bzw. Programme • Unentscheidbare Probleme (u.a. Postisches 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	<p>Kenntnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Fähigkeiten: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Kompetenzen: Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> 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 PetzoldtModulverantwortlicher: 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	<ul style="list-style-type: none"> • Mengen, Funktionen, Relationen anhand informatischer Beispiele • Boolesche Algebra • Endliche Kombinatorik • Elementare Zahlentheorie • Körper und Polynomring • Matrizenrechnung, Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme • Elementare Graphentheorie
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Kenntnis:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Allgemeine mathematische Grundbegriffe, wie Mengen, Abbildungen, Relationen • Standard-Beispiele 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 <p>Fähigkeiten:</p> <ul style="list-style-type: none"> • logisches Schließen • Führen einfacher mathematischer Beweise • kombinatorische Berechnungen • Durchführen von Graphenalgorithmen • Systematisches Lösen von Linearen Gleichungssystemen <p>Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verstehen der mathematischen Ausdrucksweise • Selbstständiges Lesen und Verstehen elementarer mathematischer Texte • Abstraktionsvermögen
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	A. Steger, Diskrete Strukturen, Bd.1, Springer 2001.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	<p>Zulassungsvoraussetzung: Lösen von Übungsaufgaben</p> <p>Klausur oder mündliche Prüfung. Die Modulnote ist die Note der Klausur bzw. die Note der mündlichen Prüfung</p>
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	<p>1) Algorithmen für Flüsse und Matchings 2) Methoden der linearen Programmierung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simplexverfahren • Ellipsoidmethode • Dualitätsprinzip • Ganzzahligkeit <p>3) Approximationsverfahren</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vertex Cover und Set Packing • FPTAS für das Rucksackproblem • Traveling Sales Person Problem (Christofides Algorithmus) • Makespan-Scheduling (Heuristiken und Approximationsschema) • Primal-Duale Approximationsalgorithmen <p>4) Einführung in Online Algorithmen</p>
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Kenntnisse: Beim erfolgreichen Abschluss des Moduls sollten die Studierenden Kenntnisse über folgende Themen haben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Fähigkeiten: Die Studierenden sollten in der Lage sein,</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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

– Informatik
+ Effiziente Algorithmen (1211977)

	<ul style="list-style-type: none"> Online-Problem im Modell der Competitive Analyse darzustellen und Online-Algorithmen in diesem Modell zu analysieren und zu bewerten <p>Kompetenzen:</p> <p>Basierend auf dem Wissen und den Fähigkeiten sollten die Studierenden in der Lage sein</p> <ul style="list-style-type: none"> festzustellen, ob ein Standardverfahren zur Lösung einer algorithmischen Problemstellung herangezogen 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 (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Inhalte der Vorlesungen "Datenstrukturen und Algorithmen" und "Berechenbarkeit und Komplexität".
Literatur	<p>Zur Vorlesung wird ein Skript erstellt und folgende Literatur empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> T. Cormen, C. Leiserson, R. Rivest, C. Stein: <i>Introduction to Algorithms</i>, 2nd Edition, MIT Press and McGraw-Hill, 2001 J. Kleinberg, E. Tardos: <i>Algorithm Design</i>, Addison-Wesley, 2004. C. Papadimitriou, K. Steiglitz: <i>Combinatorial Optimization: Algorithms and Complexity</i>, Dover Publications, Inc., 1998. V. Vazirani, <i>Approximation Algorithms</i>, Springer, 2001. R. Motwani, P. Raghavan. <i>Randomized Algorithms</i>, 1996.
Sprache	Deutsch
Prüfungsbedingungen	Klausur oder mündliche Prüfung (100 %). Voraussetzung für die Zulassung zur Modulprüfung ist das Bestehen von Hausaufgaben.
Sonstiges	-
Modulverantwortung	<p>Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher InformatikModellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja PetzoldtModulverantwortlicher: Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Peter RossmanithDr. rer. nat. Walter Unger</p>
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	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	<ul style="list-style-type: none"> • 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 (nnp, 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, Grundsaltungen: 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	<p>Kenntnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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.) <p>Fähigkeiten: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • elektronische Bauelemente verwenden • Grundsaltungen umsetzen • Grundfähigkeiten im Hardwareentwurf anwenden <p>Kompetenzen: Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 PetzoldtModulverantwortlicher: 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	-	0

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 (studiengangsspezifisch)	-
(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	2. Semester	0	1
Prüfung Funktionale Sicherheit und Systemzuverlässigkeit (121235301)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ **Angebotsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Funktionale Sicherheit und Systemzuverlässigkeit	1. Semester	2. 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 Netzkompensation.
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 (studiengangsspezifisch)	-
(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	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	<p>Knowledge:</p> <p>Beim erfolgreichen Abschluss des Moduls sollten die Studierenden Kenntnisse über folgende Themen haben Komplexität verschiedener Probleme auf verschiedenen Graphklassen.Algorithmen auf verschiedenen Graphklassen.</p> <p>Skills:</p> <p>Die Studierenden sollten in der Lage sein Graphklassen zu beschreiben,Beweise zu Grapheigenschaften zu führen.</p> <p>Competences:</p> <p>Basierend auf dem Wissen und den Fähigkeiten 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.</p>
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 PetzoldtModulverantwortlicher: 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	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	<ul style="list-style-type: none"> • 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: <ul style="list-style-type: none"> • 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 (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Beherrschung der wesentlichen Konzepte imperativer und objektorientierter Programmiersprachen sowie elementarer Programmierstechniken in diesen Sprachen (Vorlesung Programmierung).
Literatur	PDF-Dateien der Folien und Übungen (zum Download), sowie: <ul style="list-style-type: none"> • 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 Petzoldt Modulverantwortlicher: 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	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 (studiengangsspezifisch)	-
(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	Parallele Algorithmen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212689
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Parallele numerische Algorithmen • Parallele Graph-Algorithmen • Parallele Algorithmen zur Schnellen Fourier-Transformation • Parallele Algorithmen zur diskreten Optimierung • Weitere ausgewählte Themen
Lernziele/Lernergebnisse	<p>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</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnis serieller Programmiersprachen und elementarer Programmiertechniken (Vorlesung Programmierung); Beherrschung der wesentlichen Konzepte der Parallelverarbeitung (Vorlesung Introduction to High-Performance Computing).
Literatur	<p>Handouts zur Vorlesung sowie z.B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	<p>Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher Informatikmodellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja Petzoldt apl. Professor Dr.-Ing. Dipl.-Inform. Martin Bucker</p>
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	1. Semester	4	0

▲ Angebotsknoten

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

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	Software-Qualitätssicherung (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212356
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	<p>This module introduces central concepts, methods, techniques and processes of software quality-assurance.</p> <p>The following topics are covered:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>General:</p> <p>After completing the module the students have the following knowledge and competencies. They ...</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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 <p>Benefits for future professional life / soft skills:</p> <p>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.</p>
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Learning outcomes fo the Module 'Software Engineering'
Literatur	<p>Spillner, A., Linz, T., & Schaefer, H. (2006): Software Testing Foundations - A Study Guide for the Certified Tester Exam. dpunkt.verlag Heidelberg.</p> <p>Paul C. Jorgensen (2013): Software Testing: A Craftsman's Approach (4th ed.). Auerbach Publications, Boston, MA, USA.</p> <p>Michal Young and Mauro Pezze (2005): Software Testing and Analysis: Process, Principles and Techniques. John Wiley & Sons.</p>
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 PetzoldtModulverantwortlicher: 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	Softwaretechnik (Wahlpflichtfach)
Kennung	1211965
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	<p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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	<p>Kenntnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Fähigkeiten: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Kompetenzen: Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 (studiengangsspezifisch)	-
(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	<ul style="list-style-type: none"> • 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 Modulverantwortlicher: 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)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Softwaretechnik (121196501)	2. Semester	1. Semester	6	0

▲ **Angebotsknoten**

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

Modultitel	Statistische Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215695
Version	V2
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 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 (studiengangsspezifisch)	-
(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	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 Statistische Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache (121569502)	1. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Statistische Methoden zur Verarbeitung natürlicher Sprache (121569501)	1. Semester	1. Semester	8	0

▲ Angebotsknoten

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

Modultitel	Subdivision Kurven und Flächen (Wahlpflichtfach)
Kennung	1215697
Version	Angelegt über RWTH API als 1_neu
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Wintersemester 2018
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Einfache Kurvenverfahren: Lane-Riesenfeld, 4-Punkt-Schema, Corner-Cutting • Analyse von Kurvenverfahren: Konvergenzbegriffe, Differenzenschema, z-Transformierte • Boxsplines: Definition und Eigenschaften, Boxspline-Unterteilung • Flächenverfahren: Catmull-Clark, Doo-Sabin, Loop • Analyse von Flächenverfahren in regulären Bereichen • Analyse von Flächenverfahren in singulären Punkten: Unterteilungsmatrix, charakteristische Abbildung • Erweiterte Verfahren, z.B.: Interpolation und Approximation von verstreuten Punkten, Kurvennetzwerken und Normalen, Darstellung scharfer Kanten, Texturierung, Variational Subdivision, Boolean Operations, Adaptive Unterteilung (Rot-Grün Triangulierung, sqrt(3), 4-8-subdivision)
Lernziele/Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Kenntnis der gängigen Unterteilungsverfahren für Kurven und Flächen • Verständnis der mathematischen Methoden zur Analyse und Konstruktion von Unterteilungsverfahren • Fähigkeit für eine geometrische Aufgabenstellung ein geeignetes Verfahren auszuwählen
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Kenntnisse des Moduls "Polynomielle Kurven und Flächen".
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • H.Prautzsch, W.Boehm, M.Paluszny: Bezier and B-Spline Techniques • J. Warren, H. Weimer: Subdivision Methods for Geometric Design
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 PetzoldtModulverantwortlicher: 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 Subdivision Kurven und Flächen (121569702)	1. Semester	2. Semester	0	2
Prüfung Subdivision Kurven und Flächen (121569701)	1. Semester	2. Semester	6	0

▲ **Angebotsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Subdivision Kurven und Flächen	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	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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<p>Kenntnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Fähigkeiten: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Kompetenzen: Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage</p> <ul style="list-style-type: none"> • für gegebene Problemstellungen betriebliche Informationssysteme 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 (studiengangsspezifisch)	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: <ul style="list-style-type: none"> • 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	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	<ol style="list-style-type: none"> 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	<p>Kenntnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls kennen Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> • endliche Automaten und reguläre Ausdrücke, • kontextfreie Grammatiken und Kellerautomaten, • reguläre und kontextfreie Sprachen sowie • Modelle für Nebenläufigkeit. <p>Fähigkeiten: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende</p> <ul style="list-style-type: none"> • fundamentale Algorithmen auf endliche Automaten anwenden und die Komplexität der Algorithmen bestimmen, • mit verschiedenen Werkzeugen formale Sprachen untersuchen und verwenden sowie • nebenläufige Systeme analysieren. <p>Kompetenzen: Auf der Basis der im Modul erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten sind Studierende in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • die gelernten Inhalte auf Anwendungsgebiete wie Compilerbau und Verifikation zu übertragen sowie • formale Modelle der Informatik mathematisch fundiert zu verwenden.
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Übungsaufgaben. Details werden in der Vorlesung bekanntgegeben.
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	<p>Skript und Folien zur Vorlesung</p> <p>Standardbücher:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hopcroft, Motwani, Ullman, Introduction 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 PetzoldtModulverantwortlicher: 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	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 (studiengangsspezifisch)	Voraussetzung für die Zulassung zur Prüfung ist das Bestehen von Übungsaufgaben. Details werden in der Vorlesung bekanntgegeben.
(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)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	1
Prüfung Eingebettete Systeme (121569001)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ **Angebotsknoten**

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

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	<p>We discuss the algorithmic differentiation of differentiable numerical programs, that is the generation of first-, second- and higher-order tangent and adjoint code by</p> <ul style="list-style-type: none"> • operator and function overloading in C++ • manual source transformation • automatic source transformation
Lernziele/Lernergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> • 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 (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction to Programming • Introduction to Calculus
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • 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	Formale Methoden für Steuerungssoftware (Wahlpflichtfach)
Kennung	1212666
Version	V2
Dauer (Semester)	-
Turnus (Semester)	-
Gültig von	Wintersemester 2022
Gültig bis	-
Modulniveau	-
Inhalt	<p>Die Vorlesung wird eine anwendungsorientierte Einführung in verschiedene Formale Methoden geben. Dabei liegt der Fokus auf dem Einsatz dieser bei der Entwicklung von Steuerungssoftware. Die Themen der Vorlesung umfassen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Statische Analyse • Abstract Interpretation • Program Slicing • Spezifikationen • Model-Checking • Concolic Testing
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Wissen: Nach Abschluss des Moduls werden die Studierenden die folgenden Punkte erklären können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Herausforderungen bei der Analyse von Steuerungssoftware • Techniken und Formalismen zur statischen Analyse • Vor- und Nachteile verschiedener abstrakter Domänen • Methoden und Anwendungen von Program Slicing • Modellierung von SPS-Programmen zwecks Verifikation • Verschiedene Techniken zur Spezifikation von Systemanforderungen • Verfahren zur Verifikation verschiedener Spezifikationen • Techniken zur Kodierung von SPS-Semantik als Formeln für SMT-Solver <p>Fähigkeiten: Die Studierenden sollten in der Lage sein, die folgenden Techniken zu erklären und anzuwenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufbau eines Frameworks für statische Analyse • Ableiten verschiedener Programmeigenschaften durch die Wahl geeigneter Abstrakter Domänen für die statische Analyse • Abhängigkeitsanalyse und Vereinfachung durch Program Slicing • Kodierung von SPS-Programmen als Formeln zur Erfüllbarkeitsüberprüfung mit SMT-Solvern • Spezifikationen von Anforderungen durch geeignete Formalisierungen entwerfen • Überprüfen von Spezifikationen mittels geeigneter Model-Checking Algorithmen <p>Kompetenzen: Basierend auf dem gewonnenen Wissen und Fähigkeiten sollten die Studierenden in der Lage sein</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eine statische Analyse für Steuerungssoftware mit geeigneten abstrakten Domänen zu entwickeln, • Programme und Anforderungen zu modellieren, bzw. spezifizieren und • Geeignete Techniken aus einem Fundus Formaler Methoden auf Problemstellungen im Bereich der Programmanalyse anzuwenden.
Teilnahmebedingungen (studiengangspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Vorkenntnisse in statischer Analyse und/oder Modellüberprüfung sind von Vorteil, aber nicht zwingend erforderlich.
Literatur	-
Sprache	Englisch
Prüfungsbedingungen	Klausur (100 %).

Sonstiges	-
Modulverantwortung	Modulangebotsorganisator: Modulangebotsverantwortlicher Informatik Modellierungsteamverantwortlicher: Dr. rer. nat. Katja Petzoldt Modulverantwortlicher: Universitätsprofessor Dr.-Ing. Stefan Kowalewski Hendrik Simon M. Sc. RWTH
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)
Übung Formale Methoden für Steuerungssoftware (121266602)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	0	2
Prüfung Formale Methoden für Steuerungssoftware (121266601)	1. Semester	keine Semesterempfehlung	6	0

▲ **Angebotsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Formale Methoden für Steuerungssoftware	1. Semester	keine Semesterempfehlung	-	2

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 prozedurale 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 (studiengangsspezifisch)	-
(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	2. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Approximation, Bild- und Datenanalyse (111346701)	1. Semester	2. Semester	9	0

▲ **Angebotsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Approximation, Bild- und Datenanalyse	1. Semester	2. Semester	-	4

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 (studiengangsspezifisch)	-
(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	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	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 (studiengangsspezifisch)	-
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	D. Hinrichsen, A.J. Pritchard, Mathematical Systems Theory I, Springer 2005; J.W. Polderman, J.C. Willems, Introduction to Mathematical 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)	1. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Kontrolltheorie (111359501)	1. Semester	1. Semester	9	0

▲ **Angebotsknoten**

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

Modultitel	Numerical Analysis IV (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113669
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2010
Gültig bis	-
Modulniveau	Master
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Finite difference, finite element and finite volume methods for partial differential equations • Variational framework and weak formulations • Linear stability theory for time-dependent problems • Convergence and error estimates • Fast iterative solvers (relaxation, conjugate gradients, Krylov subspace methods, multigrid)
Lernziele/Lernergebnisse	<p>The students shall</p> <ul style="list-style-type: none"> • penetrate the classification of partial differential equations and develop a solid understanding of the underlying physical processes of energy-minimization, diffusion and transport • develop an understanding of the fundamental discretisation principles of partial differential equations • deepen their ability to understand the working principles of fundamental numerical methods and to assess the scope of applicability of the methods • based on this, achieve the ability to develop and adapt methods flexibly for new problems • master fundamental techniques such as finite difference methods and finite element methods • develop an understanding for the stability concepts related to methods for different types of differential equations
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	Bestandene Module Analysis I, II, Numerische Analysis I, II sowie Kenntnisse des Moduls Numerische Analysis III
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>Three 4+2 classes in calculus / analysis</p> <p>Two 2+2 classes in introductory numerical analysis</p> <p>;</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • D. Braess, Finite Elemente, Springer 2007 • J. Strikwerda, Finite difference schemes and partial differential equations, Wadsworth 1989. • P. Knabner, L. Angermann, Numerik partieller Differentialgleichungen, Springer 2000.
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. 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 Numerical Analysis IV (111366902)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Numerical Analysis IV (111366901)	2. Semester	1. Semester	9	0

▲ **Angebotsknoten**

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

Modultitel	Numerische Mathematik (Wahlpflichtfach)
Kennung	1115625
Version	Angelegt über RWTH API als 1
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2009
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einleitung, Beispiele • Normen • Kondition eines Problems <p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rundungsfehler • Gleitpunktarithmetik • Stabilität eines Algorithmus <p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lineare Gleichungssysteme: Beispiele • Kondition und Störungssätze • Gauß-Elimination <p>4</p> <ul style="list-style-type: none"> • LR-Zerlegung • Pivotisierung • Cholesky-Zerlegung <p>5</p> <ul style="list-style-type: none"> • QR-Zerlegung • Givens-Rotationen • Householder-Transformationen <p>6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lineare Ausgleichsrechnung: Beispiele • Kondition • Lösung der Normalgleichungen <p>7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Lösung über QR-Zerlegung • Nichtlineare Gleichungssysteme: Beispiele • Kondition <p>8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fixpunktiteration • Banachscher Fixpunktsatz • Methoden für skalare Gleichungen <p>9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Newton-Verfahren für Systeme • Varianten des Newton-Verfahrens • Nichtlineare Ausgleichsrechnung: Beispiele <p>10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gauß-Newton-Verfahren • Levenberg-Marquardt-Verfahren <p>11</p>

— Mathematik
+ Numerische Mathematik (1115625)

	<ul style="list-style-type: none"> • Interpolation • Lagrange-Interpolation mit Polynomen • Newtonsche Interpolationsformel <p>12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Numerische Integration • Newton-Cotes-Formeln • Gauß-Quadratur <p>13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zweidimensionale Integrale • Gewöhnliche Differentialgleichungen: Beispiele <p>14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Existenz, Eindeutigkeit, Kondition • Einfache Einschrittverfahren • Konsistenz, Konvergenz <p>15</p> <ul style="list-style-type: none"> • Runge-Kutta-Einschrittverfahren • Schrittweitensteuerung • Steife Probleme
Lernziele/Lernergebnisse	<p>Fachbezogen:</p> <p>Die Studierenden sollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • das Verständnis für grundlegende Begriffe der numerischen Analysis, insbesondere der Kondition eines Problems und Stabilität eines Algorithmus und der darauf basierenden Fehleranalyse, entwickeln. • die Fähigkeit erwerben, grundlegende numerische Methoden in ihrer Funktionsweise zu verstehen, die durch sie erreichbaren Ergebnisse einzuschätzen und darauf aufbauend in flexibler Weise an neue Aufgabenstellungen anzupassen. • die Grundbegriffe und Konzepte wie Matrixfaktorisierungen, iterative Lösungsansätze und Diskretisierungstechniken sicher beherrschen und die Fähigkeit zum aktiven Umgang mit den Gegenständen der Lehrveranstaltung erwerben. • Aufbauend auf diesen methodischen Werkzeugen sich erste grundlegende Konzepte für das approximative Lösen wissenschaftlicher und technischer Probleme aneignen. Nicht fachbezogen (z.B. Teamarbeit, Präsentation, Projektmanagement, etc.) • Präsentation von ausgearbeiteten Hausaufgaben in der Übung
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	<p>Empfohlene Voraussetzungen (z.B. andere Module, Fremdsprachenkenntnisse, etc.)</p> <p>" Mathematik III, Programmierkenntnisse</p> <p>" Mathematik I, II</p>
(empfohlene) Voraussetzungen	<p>(Kenntnisse) in Mathematik III, Programmierkenntnisse</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • W. Dahmen, A. Reusken "Numerik für Ingenieure und Naturwissenschaftler" Springer 2006
Sprache	<p>Deutsch</p>
Prüfungsbedingungen	<p>Eine 120-minütige Klausur</p>
Sonstiges	<p>-</p>
Modulverantwortung	<p>Modulangebotsorganisator:</p> <p>Modellierungsteamverantwortlicher:</p> <p>Dr. rer. nat. Katja Petzoldt</p> <p>Modulverantwortlicher:</p> <p>Universitätsprofessor Dr. rer. nat. Arnold Reusken</p>
ECTS Credits	<p>5</p>
Kontaktzeit (SWS)	<p>4</p>
Prüfungsdauer (min)	<p>120</p>

Gesamtstunden (h)	150,0
Präsenzstunden (h)	60,0
Selbststudium (h)	90,0

● Prüfungsknoten

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Minitests Numerische Mathematik (111562503)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfung Numerische Mathematik (111562502)	2. Semester	1. Semester	5	0

▲ Angebotsknoten

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

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 (studiengangsspezifisch)	-
(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 (studiengangsspezifisch)	-
(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)	2. Semester	2. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Optimierung B (111271701)	2. Semester	2. Semester	9	0

▲ **Angebotsknoten**

Titel	Fachsemester (Studienstart Winter)	Fachsemester (Studienstart Sommer)	ECTS Credits	Kontaktzeit (SWS)
Vorlesung Optimierung B	2. Semester	2. 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 (studiengangsspezifisch)	Bestandene Module Analysis I, II, III, Lineare Algebra I sowie Kenntnisse des Moduls Partielle Differentialgleichungen I
(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 (studiengangsspezifisch)	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 (studiengangsspezifisch)	-
(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	Partielle Differentialgleichungen I (Wahlpflichtfach)
Kennung	1113553
Version	-
Dauer (Semester)	Einsemestrig
Turnus (Semester)	Wintersemester/Sommersemester
Gültig von	Sommersemester 2007
Gültig bis	-
Modulniveau	Bachelor/Master
Inhalt	Typeneinteilung partieller Differentialgleichungen, Einführung in die Potentialtheorie, Hilbertraum-Methoden: Darstellungssatz von Riesz, Lemma von Lax-Milgram, Sobolev Räume, Fourier-Transformation, Spursätze, H-Regularität schwacher Lösungen, Eigenwertprobleme für elliptische Operatoren
Lernziele/Lernergebnisse	Die Studierenden sollen Techniken der Analysis I-III 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 kennenlernen.
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	Bestandene Module Analysis I, II, III, Lineare Algebra I
(empfohlene) Voraussetzungen	Keine
Literatur	M. Renardy, R. Rogers: An Introduction to Partial Differential Equations, Springer Verlag 2004; L.C. Evans: Partial Differential Equations, AMS 1998; D. Gilbarg, N. Trudinger: Partial Differential Operations of Second Order, Springer Verlag 2001; L.C. Evans, R.F. Gariepy: Measure Theory and Fine Properties of Functions, CRC Press 1992
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 Partielle Differentialgleichung I (111355302)	2. Semester	1. Semester	0	2
Prüfungsleistung: Partielle Differentialgleichungen I (111355301)	2. Semester	1. Semester	9	0

▲ **Angebotsknoten**

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

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 (studiengangsspezifisch)	-
(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)	2. Semester	1. Semester	3	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 (studiengangsspezifisch)	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)	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: 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	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 discretizations. Finite volume methods for hyperbolic conservation laws: shocks, weak solutions, entropy 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 knowledge that will enable them to provide new results in the context of current re-search topics.
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(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	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 basic 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 knowledge that will enable them to provide new results in the context of advanced research topics.
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(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 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 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 basic 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 knowledge that will enable them to provide new results in the context of advanced research topics.
Teilnahmebedingungen (studiengangsspezifisch)	-
(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

+ Masterarbeit (4014500)

Modultitel	Masterarbeit (Pflichtfach)
Kennung	4014500
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 (studiengangsspezifisch)	-
(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 (401450001)	3. Semester	keine Semesterempfehlung	30	0