

Modulhandbuch

M.Sc. Energie- und Prozesstechnik

TUM School of Engineering and Design

Technische Universität München

www.tum.de/

www.ed.tum.de/ed/startseite/

Allgemeine Informationen und Lesehinweise zum Modulhandbuch

Zu diesem Modulhandbuch:

Ein zentraler Baustein des Bologna-Prozesses ist die Modularisierung der Studiengänge, das heißt die Umstellung des vormaligen Lehrveranstaltungssystems auf ein Modulsystem, in dem die Lehrveranstaltungen zu thematisch zusammenhängenden Veranstaltungsblöcken - also Modulen - gebündelt sind. Dieses Modulhandbuch enthält die Beschreibungen aller Module, die im Studiengang angeboten werden. Das Modulhandbuch dient der Transparenz und versorgt Studierende, Studieninteressierte und andere interne und externe Adressaten mit Informationen über die Inhalte der einzelnen Module, ihre Qualifikationsziele sowie qualitative und quantitative Anforderungen.

Wichtige Lesehinweise:

Aktualität

Jedes Semester wird der aktuelle Stand des Modulhandbuchs veröffentlicht. Das Generierungsdatum (siehe Fußzeile) gibt Auskunft, an welchem Tag das vorliegende Modulhandbuch aus TUMonline generiert wurde.

Rechtsverbindlichkeit

Modulbeschreibungen dienen der Erhöhung der Transparenz und der besseren Orientierung über das Studienangebot, sind aber nicht rechtsverbindlich. Einzelne Abweichungen zur Umsetzung der Module im realen Lehrbetrieb sind möglich. Eine rechtsverbindliche Auskunft über alle studien- und prüfungsrelevanten Fragen sind den Fachprüfungs- und Studienordnungen (FPSOen) der Studiengänge sowie der allgemeinen Prüfungs- und Studienordnung der TUM (APSO) zu entnehmen.

Wahlmodule

Wenn im Rahmen des Studiengangs Wahlmodule aus einem offenen Katalog gewählt werden können, sind diese Wahlmodule in der Regel nicht oder nicht vollständig im Modulhandbuch gelistet.

Verzeichnis Modulbeschreibungen (SPO-Baum)

Alphabetisches Verzeichnis befindet sich auf Seite 222

[20191] Energie- und Prozesstechnik Energy and Process Technology	
Master's Thesis Master's Thesis	7
[MW1266] Master's Thesis Master's Thesis [Thesis]	7 - 10
Forschungspraxis Research Practice	11
[MW1241] Semesterarbeit Term Project	12 - 13
[MW2398] Teamprojekt Team Project	14 - 16
[MW2399] Forschungspraktikum Practical Research Course	17 - 19
Mastermodule Master Modules	20
Pflichtmodul Required Module	21
[MW0006] Wärme- und Stoffübertragung Heat and Mass Transfer [WSÜ]	21 - 23
Methodische Grundlagen Methodological Fundamentals	24
Kernmodule	25
[MW0050] Grundlagen der Mehrphasenströmungen mit Seminar Fundamentals of Multiphase Flows with Seminar [GMS]	25 - 27
[MW0136] Verbrennung Combustion	28 - 29
[MW1896] Reaktionsthermodynamische Grundlagen für Energiesysteme Basic Course in Reaction Thermodynamics	30 - 31
[MW2249] Optimierung und Modellanalyse Optimization and Model Analysis [OptBiotech]	32 - 33
[MW2390] Modellierung verfahrenstechnischer Prozesse Modeling of chemical engineering processes [MVP]	34 - 35
Weitere Säulenmodule	36
[CH3065] Grundlagen der Elektrochemie Fundamental Electrochemistry	36 - 37
[MW0357] Gasdynamik Gas Dynamics [Gdy]	38 - 40
[MW0538] Moderne Methoden der Regelungstechnik 1 Modern Control 1	41 - 44
[MW0595] Turbulente Strömungen Turbulent Flows [TS]	45 - 46
[MW0612] Finite Elemente Finite Elements [FE]	47 - 48
[MW0798] Grenzschichttheorie Boundary-Layer Theory [GST]	49 - 50
[MW1420] Advanced Control Advanced Control [ADV]	51 - 55
[MW1628] Angewandte CFD Applied CFD	56 - 57
Energietechnische Systeme Energy Systems	58
[ED180003] Mathematical Modeling for Expansion and Dispatch Planning in Modern Energy Systems Mathematical Modeling for Expansion and Dispatch Planning in Modern Energy Systems [MAE]	59 - 60
[EI70860] Integration of Renewable Energies Integration of Renewable Energies [IRE]	61 - 62
[EI70870] Modellierung von Energiesystemen Modeling of Energy Systems	63 - 64
[MW0127] Thermische Kraftwerke Thermal Power Plants	65 - 67

[MW0799] Einführung in die Kernenergie Introduction to Nuclear Energy [NUK 1]	68 - 69
[MW0884] Grundlagen der Nukleartechnik Fundamentals of Nuclear Engineering [NUK 2]	70 - 73
[MW1353] Strahlung und Strahlenschutz Radiation and Radiation- Protection [NUK 7]	74 - 76
[MW1814] Solarthermische Kraftwerke Solarthermal Power Plants	77 - 78
[MW2152] Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems	79 - 81
[MW2244] Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen mit Seminar Energy from Biomass and Residuals with Seminar	82 - 84
[MW2392] Strom- und Wärmespeicher im Energiesektor Electricity and Thermal Storage in the Energy Sector [SWS]	85 - 87
[MW2428] Solar Engineering Solar Engineering [SolEng]	88 - 91
Energietechnische Maschinen und Komponenten Energy Technology Machines and Components	92
[CH3063] Angewandte Elektrochemie Applied Electrochemistry	93 - 94
[EI0611] Grundlagen Elektrischer Energiespeicher Basics of Electrical Energy Storage	95 - 96
[MW0058] Prozesstechnik in Kraftwerken Process Technology in Power Plants	97 - 98
[MW0066] Motormechanik Engine Mechanics [VM-MM]	99 - 101
[MW0138] Motorthermodynamik und Brennverfahren Thermodynamics of Internal Combustion Engines and Combustion Processes [VM-TB]	102 - 103
[MW0510] Flugantriebe 1 und Gasturbinen Flight Propulsions 1 and Gas Turbines [FA1]	104 - 106
[MW0633] Methoden in der Motorapplikation Methods in Engine Application	107 - 108
[MW0964] Grundlagen und thermohydraulische Analyse von Kraftwerken Fundamentals and Thermal-Hydraulic Analysis of Power Stations [NUK4]	109 - 111
[MW2119] Turbomaschinen Turbomachinery	112 - 113
[MW2427] Kernfusionstechnik Nuclear Fusion Technology [Kernfusionstechnik]	114 - 117
[PH2050] Reaktorphysik 1 und Anwendungen der Kerntechnik Reactor Physics 1 and Applications of Nuclear Technology	118 - 120
[PH2051] Reaktorphysik 2 und neue Konzepte in der Kerntechnik Reactor Physics 2 and new Concepts in Nuclear Technology	121 - 123
Verfahrenstechnik Process Technology	124
[CH0215] Betrieb und Auslegung chemischer Reaktoren Operation and Design of Chemical Reactors	125 - 126

[CH1047] Grenzflächen und Partikeltechnologie Interfaces and Technology of Particles [CH1047]	127 - 129
[CH3094] Industrielle Chemische Prozesse 1 - Katalyse für Energie Industrial Chemical Processes 1 - Catalysis for Energy	130 - 131
[CH3095] Industrielle Chemische Prozesse 2 - Katalyse für Synthese Industrial Chemical Processes 2 - Catalysis for Synthesis	132 - 133
[CS0003] Production of Alternative Fuels Production of Alternative Fuels	134 - 135
[MW0018] Bioprozesse Bioprocesses	136 - 137
[MW0019] Bioreaktoren Bioreaction Engineering	138 - 139
[MW0129] Thermische Verfahrenstechnik 2 Thermal Separation Principles 2 [TVT II]	140 - 141
[MW0376] Biofluid Mechanics Biofluid Mechanics	142 - 143
[MW0437] Prozess- und Anlagentechnik Process and Plant Engineering [PAT]	144 - 146
[MW1141] Modellierung zellulärer Systeme Modelling of Cellular Systems [ModSys]	147 - 148
[MW1145] Bioproduktaufarbeitung 1 Bioseparation Engineering 1 [BSE1]	149 - 150
[MW1146] Bioproduktaufarbeitung 2 Bioseparation Engineering 2 [BSE2]	151 - 152
[MW1147] Auslegung thermischer Apparate Equipment Design [ATA]	153 - 154
[MW1969] Desalination Desalination	155 - 156
[MW1977] Planung thermischer Prozesse Process Design [PTP]	157 - 159
[MW2202] Chemische Reaktortechnik Chemical Reactors	160 - 161
[MW2258] Umweltbioverfahrenstechnik Environmental and Biochemical Engineering	162 - 163
[MW2410] Chromatographie mit ChromX (.) Simulationsseminar Chromatography with ChromX () Simulation Seminar [ChromX]	164 - 166
Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung (bis maximal 15 Credits) Flexibilization in Engineering Sciences (up to 15 Credits only)	167
Allgemeine Mastermodule aus dem Maschinenwesen General Master Modules in Mechanical Engineering	168
[ED160004] Tissue Engineering and Regenerative Medicine: Grundlagen und Anwendungen Tissue Engineering and Regenerative Medicine: Fundamentals and Applications	169 - 171
Wirtschaftswissenschaften	172
[WI000984] Entrepreneurship Entrepreneurship	172 - 173
Schlüsselkompetenzen Key Competencies	174
Angebote Zentrum für Schlüsselkompetenzen Center of Key Competencies	175
[MW2148] Master Soft Skill Workshops Master Soft Skill Workshops	175 - 177
[MW2223] Soft Skill Trainings in Kooperationsprojekten Soft Skill Trainings in Project Cooperations	178 - 180
Angebote Sprachenzentrum Language Center	181

Englisch English	181
[SZ0413] Englisch - Professional English for Business and Technology - Management and Finance Module C1 English - Professional English for Business and Technology - Management and Finance Module C1	181 - 182
[SZ0423] Englisch - English for Technical Purposes - Industry and Energy Module C1 English - English for Technical Purposes - Industry and Energy Module C1	183 - 184
Angebote Carl-von-Linde-Akademie Carl-von-Linde-Akademie	185
[CLA20210] Technikphilosophie Philosophy of Technology	185 - 186
[CLA20230] Ethik und Verantwortung Ethics and Responsibility	187 - 188
Angebote der Professuren im Maschinenwesen	189
[MW2457] Ethikanträge in der Mensch-Technik Forschung Ethical Proposals in Human-Machine Research [EAMTF]	189 - 191
Ergänzungsfächer Supplementary Subjects	192
Ergänzungsfächer Supplementary Subjects	193
[MW2443] Hochleistungsrechnen in den Ingenieurwissenschaften High Performance Computing in Engineering [HPC]	193 - 195
[MW2461] Machine Learning and Uncertainty Quantification for Physics-Based Models Machine Learning and Uncertainty Quantification for Physics-Based Models [MLUQPBM]	196 - 198
[MW2466] Elektrische Antriebstechnik in der Automatisierungstechnik - Auswahl und Auslegung Electric Drive Technology in Automation Engineering - Selection and Design	199 - 201
[MW2478] Hydrodynamic Stability Hydrodynamic Stability [StrömInstab]	202 - 204
[MW2481] Methodenseminar Sporttechnologie Methods Seminar Sports Engineering	205 - 206
Hochschulpraktika Lab Courses	207
Hochschul-Praktika Lab Courses	208
[MW2430] Praktikum Batterieproduktion Laboratory Production [LIBP]	208 - 209
[MW2436] Mobilitätsdatenanalyse Mobility Data Analysis [MDA]	210 - 212
[MW2438] Mobile Robotik in der Intralogistik Mobile Robotics in Intralogistics [PMR]	213 - 215
[MW2470] Praktikum Komplexe Produktentwicklung erleben Lab Course Experiencing Complex Product Development	216 - 218
[MW2477] Thermomechanisches Werkstoffverhalten in der additiven und schweißtechnischen Fertigung Thermomechanical Material Behaviour in Additive Manufacturing and Welding [TMWV]	219 - 221

Master's Thesis | Master's Thesis

Modulbeschreibung

MW1266: Master's Thesis | Master's Thesis [Thesis]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2021/22

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 30	Gesamtstunden: 900	Eigenstudiums- stunden:	Präsenzstunden:

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung ist eine wissenschaftliche Ausarbeitung, begleitet von einem Abschlussvortrag, sowie der Übungsleistung zum Seminar "Wissenschaftlich Arbeiten".

Die Wissenschaftliche Ausarbeitung

- In Form einer Master's Thesis (schriftliche Leistung, Studienarbeit) demonstrieren die Studierenden, dass sie in der Lage sind, durch die eigenständige Bearbeitung eines Teilaspekts einer praktischen Forschungsarbeit ein theoretisches, experimentelles oder konstruktives Problem aus dem Bereich des Masterstudiengangs eigenständig zu lösen. Sie entwickeln mit den im Studium erlernten fachlichen Ansätzen eigene wissenschaftliche Methoden und verfassen dazu eine schriftliche Studienarbeit (100% der Modulnote).

- Abschlussvortrag: Mit dem Abschlussvortrag wird überprüft, ob die Studierenden ihr Vorgehen sowie ihre Methoden und Ergebnisse vor einem Fachpublikum fachlich und wissenschaftlich rechtfertigen können. Sie weisen ihre rhetorischen Fähigkeiten nach und überzeugen durch professionelles Auftreten (Studienleistung, muss bestanden werden).

Übungsleistung zum Seminar "Wissenschaftlich Arbeiten":

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer fertigen mit dem Wissen zum Verfassen wissenschaftlicher Texte und anhand der Richtlinien guter wissenschaftlicher Praxis am Ende des Seminars ein Exposee zur Studienarbeit an, welches von Seiten des Studierenden, des Betreuers von Seiten des Lehrstuhls, sowie von der ZSK-Verantwortlichen bewertet und unterzeichnet wird (Studienleistung, muss bestanden werden).

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Siehe FPSO, § 46, Abs. 2:

Zur Master's Thesis wird zugelassen, wer den Nachweis über

1. die Modulprüfungen gemäß § 43 Abs. 1 Nr. 1 (FPSO),
 2. die Hochschulpraktika,
 3. die Ergänzungen,
 4. die Soft-Skills und
 5. eine Semesterarbeit
- erfolgreich erbracht hat.

Abweichend davon kann ein Studierender vorzeitig zur Master's Thesis zugelassen werden, wenn er mindestens 80 Credits erreicht hat.

Inhalt:

Die Studierenden lösen experimentell, konstruktiv oder theoretisch Probleme aus dem Bereich des Masterstudiengangs anhand erlernter Methoden und daraus selbstständig entwickelter Methoden und Lösungsansätze. Dazu verfassen sie eigenständig eine wissenschaftliche Ausarbeitung gemäß den Richtlinien zur Sicherung wissenschaftlicher Praxis. Dabei werden die Qualitätskriterien guter wissenschaftlicher Praxis angewendet.

Lernergebnisse:

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage, wissenschaftliche Problemstellungen aus dem Themenfeld des Masterstudiengangs eigenständig zu bearbeiten und mit dem Fachwissen aus dem Studium sowie mit relevanter Fachliteratur, die selbstständig herangezogen wird, eigene Methoden und Lösungsansätze zu entwerfen. Die Ergebnisse werden ausgewertet, zusammengefasst, von den Studierenden auf Plausibilität überprüft und wissenschaftlich gerechtfertigt. Auf Basis ihrer Ergebnisse sind die Studierenden fähig ihre neuen Methoden und Lösungsansätze zu rechtfertigen und zu beweisen.

Sie haben einen Zeitplan für ihre Thesis / einen Projektplan erstellt und können diese / diesen innerhalb der vorgesehenen Bearbeitungszeit erfüllen. Durch die Beschäftigung mit dem Thema Zeitmanagement können die Studierenden ihr eigenes Zeitverhalten reflektieren und den Zeitverlauf ihrer Thesis sinnvoll planen.

Am Ende des Moduls Master's Thesis sind die Studierenden in der Lage ohne Hilfestellung eines Betreuers eine wissenschaftliche Arbeit selbstständig zu verfassen. Das beinhaltet umfassende Kenntnisse bezüglich des wissenschaftssprachlichen Ausdrucks und der Zitierregeln, des Aufbaus der Arbeit sowie der Darstellung und Diskussion der Ergebnisse.

Im Bereich Präsentieren beweisen sie ihre rhetorischen und fachlichen Fähigkeiten. Sie überzeugen durch einen strukturierten Vortrag, in dem sie wichtige Aspekte der Master's Thesis kompakt aber vollständig innerhalb der vorgegebenen Vortragszeit verständlich und nachvollziehbar einem Fachpublikum vorstellen und vor diesem rechtfertigen.

Lehr- und Lernmethoden:

Durch die Teilnahme am Modul Master's Thesis führen die Studierenden Tätigkeiten einer Ingenieurin/eines Ingenieurs aus. Die Master's Thesis ist als Projektarbeit konzipiert. Jede/r Studierende bearbeitet ein eigenes Projekt in selbständiger Einzelarbeit.

Jede/r Studierende bekommt einen eigene Prüferin/einen eigenen Prüfer zugeordnet. Diese/r berät die/den Studierenden zu Beginn der Arbeit, indem sie/er in das Thema einführt, Hinweise zu geeigneter Literatur und hilfreiche Tipps zur fachlichen Arbeit gibt.

Im Zuge des Seminars zum Wissenschaftlichen Arbeiten werden in einem Vortrag die Grundlagen und die Richtlinien guter wissenschaftlicher Praxis vermittelt. Durch Zuruffragen, Peerreviews und E-Tests kann dieses Wissen vertieft und ausgebaut sowie Unklarheiten geklärt werden. In Einzel- und Kleingruppenarbeit werden Beispiele wissenschaftlicher Texte hinsichtlich der Einhaltung guter wissenschaftlicher Praxis (Zitierregeln...) korrigiert und erarbeitet.

Medienform:

Wissenschaftliche Ausarbeitung:

Eigenstudium; praktische Tätigkeit unter Anleitung eines / einer Prüfenden

Wissenschaftlich Arbeiten:

Präsentationen; e-learning

Literatur:

Wissenschaftliche Ausarbeitung:

Einschlägige Literatur zum gewählten Thema

Wissenschaftlich Arbeiten:

Literaturhinweise und -empfehlungen erhalten Sie in den Präsenzveranstaltungen und auf der online Plattform moodle.

Modulverantwortliche(r):

1. Fachkundige Prüfende der Departments Aerospace and Geodesy, Engineering Physics and Computation, Mobility Systems Engineering, Mechanical Engineering, Materials Engineering, Energy and Process Engineering der TUM School of Engineering and Design. 2. Fachkundige Prüfende, die Mastermodule im jeweiligen Studiengang anbieten. Dabei ausgenommen sind Module der Säule Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung. 3. Prof. Dr.-Ing. Timo Oksanen (Professur für Agrarmechatronik, TUM School of Life Sciences), Prof. Dr.-Ing. Matthias Gaderer (Professur für Regenerative Energiesysteme, Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit), Prof. Dr.-Ing. Jakob Burger (Professur für Chemische und Thermische Verfahrenstechnik, Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit).

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Schlüsselkompetenzen für die wissenschaftliche Praxis 2 für Masterstudierende (Vorlesung, 2 SWS)

Zauner A [L], Aepfelbacher M, Schmid J, Zauner A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Forschungspraxis | Research Practice

Aus dem Wahlbereich Forschungspraxis ist ein Modul zu erbringen.

Modulbeschreibung

MW1241: Semesterarbeit | Term Project

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2021/22

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 11	Gesamtstunden: 330	Eigenstudiums- stunden:	Präsenzstunden:

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus folgenden Leistungen:

Wissenschaftliche Ausarbeitung in Form einer Semesterarbeit:

Mit der Semesterarbeit demonstrieren die Studierenden, dass sie in der Lage sind, durch die eigenständige Durchführung einer praktischen Forschungsarbeit, Probleme aus dem Bereich des Masterstudiengangs unter Berücksichtigung der erlernten fachlichen Ansätze und unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden eigenständig zu lösen. Die Studierenden zeigen zudem, dass sie sicher im Verfassen wissenschaftlicher Texte sind.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester / Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Abgeschlossenes Bachelorstudium, das das Verfassen einer Bachelor's Thesis beinhaltet.

Inhalt:

Die/der Studierende löst experimentell, konstruktiv oder theoretisch ein Problem aus dem Bereich des Masterstudiengangs. Dazu verfasst sie/er eigenständig eine wissenschaftliche Ausarbeitung gemäß den Richtlinien zur Sicherung wissenschaftlicher Praxis. Dabei werden die Qualitätskriterien guter wissenschaftlicher Praxis vertieft und angewendet.

Lernergebnisse:

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls ist die/der Studierende in der Lage, eine wissenschaftliche Problemstellung aus dem Themenfeld des Masterstudiengangs eigenständig zu bearbeiten bzw. mit den im Studium erlernten Methoden und/oder relevanter Fachliteratur, die selbstständig herangezogen wird, zu beurteilen und auszuwerten. Die Ergebnisse werden ausgewertet, zusammengefasst, von der/vom Studierenden auf Plausibilität überprüft und

wissenschaftlich interpretiert. Auf Basis derer ist die/der Studierende fähig neue Beobachtungen und Erkenntnisse zu formulieren.

Die Studierenden sind fähig, einen individuellen Projektplan zu erstellen und innerhalb der vorgesehenen Bearbeitungszeit abzuarbeiten.

Am Ende der Lehrveranstaltung ist die/der Studierende sicher im Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit, was den wissenschaftssprachlichen Ausdruck und die Zitierregeln, den Aufbau der Arbeit sowie die Darstellung und Diskussion der Ergebnisse umfasst.

Lehr- und Lernmethoden:

Durch die Teilnahme am Modul Semesterarbeit üben die Studierenden Tätigkeiten einer Ingenieurin/eines Ingenieurs. Die Semesterarbeit ist als Projektarbeit konzipiert. Jede/r Studierende bearbeitet ein eigenes Projekt in selbständiger Einzelarbeit.

Jede/r Studierende bekommt eine eigene Prüferin/einen eigenen Prüfer zugeordnet. Diese/r unterstützt die/den Studierenden zu Beginn der Arbeit, indem sie/er in das Thema einführt, geeignete Literatur zur Verfügung stellt und Hinweise sowohl bei der fachlichen Arbeit als auch bei der Erstellung der schriftlichen Ausarbeitung gibt.

Medienform:

Eigenstudium; praktische Tätigkeit unter Anleitung einer/eines Prüfenden

Literatur:

Einschlägige Literatur zum gewählten Thema

Modulverantwortliche(r):

1. Fachkundige Prüfende der Departments Aerospace and Geodesy, Engineering Physics and Computation, Mobility Systems Engineering, Mechanical Engineering, Materials Engineering, Energy and Process Engineering der TUM School of Engineering and Design. 2. Fachkundige Prüfende, die Mastermodule im jeweiligen Studiengang anbieten. Dabei ausgenommen sind Module der Säule Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung. 3. Prof. Dr.-Ing. Timo Oksanen (Professur für Agrarmechatronik, TUM School of Life Sciences), Prof. Dr.-Ing. Matthias Gaderer (Professur für Regenerative Energiesysteme, Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit), Prof. Dr.-Ing. Jakob Burger (Professur für Chemische und Thermische Verfahrenstechnik, Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit).

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2398: Teamprojekt | Team Project

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2021/22

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 11	Gesamtstunden: 330	Eigenstudiums- stunden:	Präsenzstunden:

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus folgenden Leistungen:

Wissenschaftliche Ausarbeitung im Rahmen eines Teamprojektes (individuelle Prüfungsleistung):

Mit der Anfertigung der wissenschaftlichen Ausarbeitung zum Teamprojekt demonstrieren die Studierenden, dass sie in der Lage sind, durch die eigenständige Durchführung einer praktischen Forschungsarbeit, Probleme aus dem Bereich des Masterstudiengangs unter Berücksichtigung der erlernten fachlichen Ansätze und unter Anwendung wissenschaftlicher Methoden eigenständig zu lösen (100% der Modulnote). Die Studierenden zeigen zudem, dass sie sicher im Verfassen wissenschaftlicher Texte sind.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester / Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Abgeschlossenes Bachelorstudium, das das Verfassen einer Bachelor's Thesis beinhaltet.

Inhalt:

Die/der Studierende löst experimentell, konstruktiv oder theoretisch ein Problem aus dem Bereich des Masterstudiengangs. Die Ergebnisse der individuellen Einzelprojekte dienen dabei der Bearbeitung eines übergeordneten Projektes. Dazu verfasst sie/er eigenständig eine wissenschaftliche Ausarbeitung gemäß den Richtlinien zur Sicherung wissenschaftlicher Praxis. Dabei werden die Qualitätskriterien guter wissenschaftlicher Praxis vertieft und angewendet.

Lernergebnisse:

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls ist die/der Studierende in der Lage, ein Einzelprojekt (eine wissenschaftliche Problemstellung aus dem Themenfeld des Masterstudiengangs), das in einem größeren Projektzusammenhang angesiedelt ist und in dem

mehrere Studierende unter Anleitung einer Prüferin/eines Prüfers parallel an Teilaspekten dieses größeren Projekts arbeiten, zu bearbeiten.

Sie sind in der Lage, diese Problemstellung mit den im Studium erlernten Methoden und/oder relevanter Fachliteratur, die selbstständig herangezogen wird und im Team ausgetauscht werden kann, zu beurteilen und auszuwerten. Sie sind in der Lage, die Ergebnisse auszuwerten, zusammenzufassen sowie auf Plausibilität zu überprüfen und wissenschaftlich zu interpretieren. Auf Basis derer ist die/der Studierende fähig neue Beobachtungen und Erkenntnisse zu formulieren.

Die Studierenden sind fähig, innerhalb eines größeren Projektes, einen individuellen Projektplan für ein Einzelprojekt zu erstellen und innerhalb der vorgesehenen Bearbeitungszeit abzuarbeiten.

Am Ende der Lehrveranstaltung sind die Studierenden sicher im Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit, was den wissenschaftssprachlichen Ausdruck und die Zitierregeln, den Aufbau der Arbeit sowie die Darstellung und Diskussion der Ergebnisse umfasst. Sie sind zum fachlichen Austausch innerhalb des Projektteams in der Lage und können Projektpläne innerhalb ihres Team erstellen und umsetzen.

Lehr- und Lernmethoden:

Durch die Teilnahme am Modul üben die Studierenden Tätigkeiten einer Ingenieurin/eines Ingenieurs. Das Teamprojekt ist als Projektarbeit konzipiert. Jede/r Studierende bearbeitet ein eigenes Projekt in selbständiger Einzelarbeit (Einzelprojekt), das Teil eines größeren Projektzusammenhangs ist. Jede Gruppe bekommt eine eigene Prüferin/einen eigenen Prüfer zugeordnet. Diese/r unterstützt die Studierenden zu Beginn der Arbeit, indem sie/er in das Thema einführt, geeignete Literatur zur Verfügung stellt und Hinweise sowohl bei der fachlichen Arbeit als auch bei der Erstellung der schriftlichen Ausarbeitung gibt.

Medienform:

Eigenstudium; Teamarbeit und praktische Tätigkeit unter Anleitung einer/eines Prüfenden

Literatur:

Einschlägige Literatur zum gewählten Thema

Modulverantwortliche(r):

1. Fachkundige Prüfende der Departments Aerospace and Geodesy, Engineering Physics and Computation, Mobility Systems Engineering, Mechanical Engineering, Materials Engineering, Energy and Process Engineering der TUM School of Engineering and Design. 2. Fachkundige Prüfende, die Mastermodule im jeweiligen Studiengang anbieten. Dabei ausgenommen sind Module der Säule Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung. 3. Prof. Dr.-Ing. Timo Oksanen (Professur für Agrarmechatronik, TUM School of Life Sciences), Prof. Dr.-Ing. Matthias Gaderer (Professur für Regenerative Energiesysteme, Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit), Prof. Dr.-Ing. Jakob Burger (Professur für Chemische und Thermische Verfahrenstechnik, Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit).

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2399: Forschungspraktikum | Practical Research Course

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2021/22

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 11	Gesamtstunden: 330	Eigenstudiums- stunden:	Präsenzstunden:

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer Projektarbeit (inklusive schriftliche Dokumentation und Präsentation). In mehreren Phasen (Problemdefinition, Ideenfindung, Kriterienentwicklung, Entscheidung, Durchführung) sollen die Studierenden nachweisen, dass sie eine wissenschaftliche Problemstellung aus dem Themenfeld des Masterstudiengangs selbstständig herausarbeiten und dafür eigene Lösungswege finden können.

Durch das Anfertigen einer schriftlichen Dokumentation in Form eines Berichtes oder eines wissenschaftlichen Posters sowie der Präsentation zeigen sie z. B., dass sie die im Studium erlernten Methoden und/oder relevante Fachliteratur beurteilen und auswerten können und somit diese wissenschaftliche Problemstellung selbstständig herausarbeiten und dafür eigene Lösungswege finden können. Ferner zeigen sie Ihre Fähigkeit, ausgewertete Ergebnisse sinnvoll zusammenzufassen und wissenschaftlich zu interpretieren. Sie können Ihre Beobachtungen und Erkenntnisse rhetorisch gekonnt formulieren und einem Fachpublikum präsentieren.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Abgeschlossenes Bachelorstudium, das das Verfassen einer Bachelor's Thesis beinhaltet.

Inhalt:

Die/der Studierende arbeitet eine eigene Problemstellung aus dem Bereich des Masterstudiengangs heraus und löst diese experimentell, konstruktiv oder theoretisch. Idealerweise dient das Forschungspraktikum damit als Grundlage für die Master's Thesis. Dazu verfasst sie/er eigenständig einen wissenschaftlichen Bericht oder ein wissenschaftliches Poster. Durch den Austausch innerhalb einer wissenschaftlichen Arbeitsgruppe lernen Sie rhetorisch zu überzeugen was Sie anschließend in einer Präsentation unter Beweris stellen können.

Lernergebnisse:

Nach dem erfolgreichen Absolvieren des Moduls sind die Studierenden in der Lage, eine wissenschaftliche Problemstellung aus dem Themenfeld des Masterstudiengangs selbstständig herauszuarbeiten und dafür eigene Lösungswege zu finden.

Sie sind in der Lage, diese Problemstellung mit den im Studium erlernten Methoden und/oder relevanter Fachliteratur, die selbstständig herangezogen wird zu beurteilen und auszuwerten.

Sie sind in der Lage, die Ergebnisse auszuwerten, zusammenzufassen sowie auf Plausibilität zu überprüfen und wissenschaftlich zu interpretieren. Auf Basis derer ist die/der Studierende fähig neue Beobachtungen und Erkenntnisse zu formulieren und diese schriftlich und mündlich zu präsentieren.

Die Studierenden sind fähig, einen individuellen Projektplan zu erstellen und innerhalb der vorgesehenen Bearbeitungszeit umzusetzen.

Am Ende des Moduls sind die Studierenden sicher im Auswerten und Darstellen wissenschaftlicher Ergebnisse. Sie sind zum fachlichen Austausch innerhalb einer wissenschaftlichen Arbeitsgruppe in der Lage.

Lehr- und Lernmethoden:

Durch die Teilnahme am Modul üben die Studierenden Tätigkeiten einer Ingenieurin/eines Ingenieurs in einer Forschungseinrichtung. Das Forschungspraktikum ist als Projektarbeit konzipiert. Jede/r Studierende bearbeitet ein eigenes Projekt in selbstständiger Einzelarbeit. Jede/r Studierende bekommt eine eigene Prüferin/einen eigenen Prüfer zugeordnet. Diese/r unterstützt die Studierenden zu Beginn der Arbeit, indem sie/er in das Thema einführt, geeignete Literatur zur Verfügung stellt und Hinweise sowohl bei der fachlichen Arbeit als auch bei der Projektarbeit gibt. Unter Anleitung von wissenschaftlichen Mitarbeiterinnen oder Mitarbeiter arbeiten die Studierenden eigene ingenieurwissenschaftliche Problemstellung heraus und identifizieren mögliche Lösungswege. Diese können in der anschließenden Master's Thesis weiter bearbeitet werden. Ergänzt werden kann dieses Format um seminarartige Zusatzveranstaltungen, Journal Clubs (Peer Review in Kleingruppen) und Retreats (mehrtägige Klausuren zur Vertiefung und Diskussion wissenschaftlicher Themen), die der Anwendung von Präsentationstechniken sowie der Fähigkeit zur Analyse und Bewertung von Lösungsmöglichkeiten und entsprechender Kommunikation dienen.

Medienform:

Eigenstudium; praktische Tätigkeit unter Anleitung einer/eines Prüfenden

Literatur:

Einschlägige Literatur zum gewählten Thema

Modulverantwortliche(r):

1. Fachkundige Prüfende der Departments Aerospace and Geodesy, Engineering Physics and Computation, Mobility Systems Engineering, Mechanical Engineering, Materials Engineering, Energy and Process Engineering der TUM School of Engineering and Design. 2. Fachkundige Prüfende, die Mastermodule im jeweiligen Studiengang anbieten. Dabei ausgenommen sind Module der Säule Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung. 3. Prof. Dr.-Ing. Timo Oksanen

(Professur für Agrarmechatronik, TUM School of Life Sciences), Prof. Dr.-Ing. Matthias Gaderer (Professur für Regenerative Energiesysteme, Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit), Prof. Dr.-Ing. Jakob Burger (Professur für Chemische und Thermische Verfahrenstechnik, Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit).

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Mastermodule | Master Modules

Aus dem Wahlbereich Mastermodule sind neben dem Pflichtmodul Wärme- und Stoffübertragung insgesamt mindestens 55 ECTS zu erbringen. Die jeweils für die einzelne Säule maßgebliche Anforderung ist direkt dort angegeben. Aus den Säulen - „Methodische Grundlagen“ - „Energietechnische Systeme“ - „Energietechnische Maschinen und Komponenten“ - „Verfahrenstechnik“ müssen die Studierenden mindestens 45 ECTS und können maximal 55 ECTS erbringen. Maximal 15 ECTS können in der Säule "Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung" erbracht werden

Pflichtmodul | Required Module

Modulbeschreibung

MW0006: Wärme- und Stoffübertragung | Heat and Mass Transfer [WSÜ]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen Prüfung (90 min) sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Problemstellungen anzuwenden. Als Hilfsmittel sind schriftliche Unterlagen und ein nicht-programmierbarer Taschenrechner zugelassen.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Thermodynamik 1 und Wärmetransportphänomene (empfohlen)

Inhalt:

Wärmeübertragung: Instationäre Wärmeleitung: Reihenlösungen nach Fourier für den Temperatenausgleich in Platte/Zylinder/Kugel; Wärmeleitung im halbumendlichen Körper; Quellenfunktion der Fourier'schen Differenzialgleichung.

Rippen & Nadeln: Energiebilanz bei veränderlicher Querschnittsfläche, Leistungsziffer & Wirkungsgrad einer Rippe; Optimierung des Rippenprofils.

Wärmeübergang mit Phasenumwandlung: Schmelzen und Erstarren ("Stephan-Problem"); Einflussgrößen und dimensionslose Kennzahlen; Kondensation; Sieden (Siedekurve nach Nukijama; Korrelationen).

Strahlungsaustausch: Richtungsabhängigkeit der Emission; Sichtfaktoren; Strahlungsaustausch zwischen diffusen, grauen Strahlern; Detaillierte Form des Gesetzes von Kirchhoff.

Wärmeübergang in durchströmten Rohren und Kanälen: Kritische Reynoldszahl und Einlaufänge; Laminare, ausgebildete Rohrströmung; Thermische Einlaufströmung; Weitere Kanalgeometrien und empirische Korrelationen; Korrelationen für turbulente Rohrströmung. Stoffübertragung: Stoffübertragung und Phasengleichgewicht; Beziehung für das Phasengleichgewicht;

treibendes Gefälle für den Stoffübergang. Diffusion und Konvektion: Diffusions- und Konvektionsstromdichten, Ficksches Gesetz, Bestimmung von Diffusionskoeffizienten (Gas und Flüssigkeit), Basisgleichungen, Sonderfälle: äquimolare Diffusion, einseitige Diffusion, starke Verdünnung. Stoffübergang zwischen zwei Phasen: Beziehung für den Stoffübergang (2 -Konzept), Filmmodell, Overall-Konzept und Stoffdurchgangskoeffizienten, Bestimmung von Stoffübergangskoeffizienten (Filmmodell, Penetrationsmodell (Oberflächenenerneuerungsmodell), Analogie zwischen Wärme- und Stoffübertragung).

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung Wärme- und Stoffübertragung sind die Studierenden in der Lage, die in Natur und Technik auftretenden Wärme- und Stofftransportmechanismen zu verstehen. Sie verstehen die Abstrahierung eines realen Problems auf ein mathematisches Modell. Sie sind in der Lage, Systeme im Hinblick auf die Wärme- und Stoffübertragung zu analysieren und eine Bewertung durchzuführen, um je nach Situation wichtige von unwichtigen (vernachlässigbaren) Mechanismen zu trennen. Sie sind des Weiteren in der Lage, auftretende Wärme- und Stoffströme quantitativ zu berechnen, indem sie analytische und empirische Gebrauchsformeln anwenden. Die Studierenden sind in der Lage, eine gefundene Lösung für eine technische Problemstellung zu bewerten und eigenständige Verbesserungsvorschläge zu schaffen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Tafelanschrieb vermittelt. Beispielhaft werden Probleme aus der Praxis vorgerechnet. Den Studierenden wird eine Foliensammlung, eine Formelsammlung sowie eine Aufgabensammlung zugänglich gemacht. In der Übung werden Aufgaben aus der Aufgabensammlung vorgerechnet. Außerdem wird eine Zusatzübung angeboten, in der thematisch ähnliche Aufgaben als (freiwillige) Hausaufgabe zur eigenständigen Bearbeitung gestellt werden. Probleme beim Lösen der Aufgaben können die Studierenden dann in der Zusatzübung besprechen. Alle Lehrmaterialien sowie weiterführende Informationen werden online zur Verfügung gestellt. Zur selbständigen Bearbeitung können für den Wärmeübertragungsteil alte Prüfungsaufgaben von der Webseite heruntergeladen werden. In den Assistentensprechstunden kann individuelle Hilfe gegeben werden.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Handzettel, Tafelanschrieb, Tablet-PC mit Beamer, Online-Lehrmaterialien

Literatur:

Polifke und Kopitz, Wärmetransport, 2.Auflage, Pearson-Verlag, 2009; Incropera et al., Heat and Mass Transfer, 6.Auflage, John Wiley & Sons, 2007; Bird, B. R., W. E. Stewart und E. N. Lightfoot: Transport Phenomena. John-Wiley & Sons, Zweite Auflage, 2002; Cussler, E. L.: Diffusion Mass Transfer in Fluid Systems. Cambridge University Press, Dritte Auflage, 2009; Mersmann, A.: Stoffübertragung. Springer-Verlag, 1986.

Modulverantwortliche(r):

Sattelmayer, Thomas; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Übung zu Wärme- und Stoffübertragung (Übung, 1 SWS)

Polifke W [L], Hirsch C, Klein H (Losher T)

Wärme- und Stoffübertragung (Vorlesung, 2 SWS)

Polifke W [L], Hirsch C, Klein H (Losher T)

Zusatzübung zu Wärme- und Stoffübertragung (Übung, 1 SWS)

Polifke W [L], Hirsch C, Klein H (Losher T)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Methodische Grundlagen | Methodological Fundamentals

Aus Säule 1 "Methodische Grundlagen" sind Module im Umfang von mindestens 10 ECTS zu erbringen, davon mindestens 5 ECTS aus den Kernmodulen.

Kernmodule

Modulbeschreibung

MW0050: Grundlagen der Mehrphasenströmungen mit Seminar | Fundamentals of Multiphase Flows with Seminar [GMS]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2017/18

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfung des GMS Moduls besteht zum einen aus einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung zur Vorlesung und zum anderen aus einer Präsentation. Die Prüfung wird je nach Teilnehmeranzahl in Form einer 90-minütigen schriftlichen Klausur oder in Form einer 20-minütigen mündlichen Prüfung erbracht. Geprüft werden Vertrautheit mit den in der Vorlesung behandelten Mehrphasenphänomenen, Verständnis der zugrunde liegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten und das Beherrschen der mathematischen Methoden zur Analyse der behandelten Phänomene (Gewichtung 60%). Die Studierenden halten im Rahmen des Seminars außerdem eine 15-minütige Präsentation zu einem selbstständig gewählten Themengebiet der Mehrphasenströmung und müssen im Anschluss daran 5 Minuten lang fachliche Fragen zum Inhalt der Präsentation beantworten. Die Präsentation wird auf Basis eines Bewertungskriterienkatalogs bewertet (Gewichtung 40%).

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Vorkenntnisse über Fluidmechanik sowie Wärme- und Stoffübertragung werden vorausgesetzt!

Für das Seminar wird der gleichzeitige Besuch der Vorlesung GMS vorausgesetzt.

Inhalt:

Gas-Flüssigkeitsgemische spielen eine herausragende Rolle in der Energie- und Prozesstechnik, man denke an Brennstoffsprays in Dieselmotoren oder Gasturbinen, das Sieden von Wasser im

Dampferzeuger eines Kraftwerkes, oder die Verteilung von Gasblasen in begasten Rührreaktoren oder Blasensäulen.

In der Vorlesung wird eine Auswahl von physikalisch interessanten und technisch relevanten Phänomenen behandelt. Technische Anwendungen werden exemplarisch vorgestellt, im Mittelpunkt stehen jedoch die zugrunde liegenden physikalischen Gesetzmäßigkeiten. Es wird herausgearbeitet, wie sich die unterschiedlichsten Phänomene jeweils durch die Grundlagen der Thermo-Fluidodynamik, d.h. die Erhaltungssätze und Transportgleichungen für Masse, Impuls und Energie, erklären und quantitativ beschreiben lassen. Einen inhaltlichen Schwerpunkt bilden Instabilitäten sowie Wärmeeinbringung in Zweiphasenströmungen.

Das Seminar Grundlagen der Mehrphasenströmungen ergänzt und vertieft die Vorlesung. Die Studierenden wählen sich einen über den Inhalt der Vorlesung hinausgehenden Aspekt der Mehrphasenströmungen aus. Im Rahmen einer selbständig durchgeführten Literaturrecherche vertiefen sie ihre Kenntnisse zum jeweiligen Thema. Anschließend werden die Ergebnisse den anderen Studierenden mittels einer Präsentation vorgestellt. Ergänzend zum Inhalt der Vorlesung werden Präsentationstechniken, wie das Assertion-Evidence Prinzip, gelehrt.

Detaillierter Vorlesungsinhalt:

- Grenzflächeneffekte: Oberflächenenergie/-spannung, Kontaktwinkel, Oberflächenkrümmung, Young-Laplace Gleichung, Kapillareffekte, Temperatur-/Konzentrationseinfluss, oberflächenaktive Substanzen/ Surfactants
- Kräfte auf kugelförmige Partikel im Strömungsfeld: Widerstandskraft/-beiwert, Non-Drag-Kräfte, Druckgradienten und Auftriebskräfte, Lift-Forces bei Rotation, Instationäre Kräfte, Relaxationszeit für Partikel, Partikel in turbulenter Strömung, Momente auf Partikel
- Gasblasen im Schwerfeld: Aufstiegsgeschwindigkeit und Form von Blasen, analytische Ergebnisse für die Aufstiegsgeschwindigkeit, Kennzahlen, Grace-Diagramm, Pfropfen im Rohr
- Blasendynamik: Kavitation, Rayleigh Problem, Rayleigh-Plesset-Gleichung, oszillierende Gasblase, Schwingungen der Blasenform, Wachstum von Dampfblasen, kritischer Radius einer Dampfblase und Siedeverzug
- Sprays: Statische und dynamische Tropfenbildung, Strahlzerfall durch hydrodynamische Instabilität, Tropfenzerfallsarten, Taylor-Analogie (Schwingungszerfall), Tropfenverdampfung (D^2 -Gesetz)
- Populationsbilanzen: Anzahlverteilung, Koaleszenz und Dispersion von Partikeln, Kernelfunktionen, CFD-Simulation von Partikelpopulationen mit diskreten Größenklassen oder Momentenmethoden
- Drift-Flux-Modelle: Strömungsformen, Strömungskarten, 1-D Bilanzen, Drift Flux Ansätze, Blasensäule, Behältersieden

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Absolvieren des Moduls kennen die Studierenden die wesentlichen in Mehrphasenströmungen auftretenden Phänomene. Darüber hinaus sind sie in der Lage diese Phänomene mittels der Grundgleichungen der Thermo-Fluidodynamik zu modellieren und haben entsprechende Problemlösungskompetenzen entwickelt.

Nach der Teilnahme am Seminar sind die Studierenden in der Lage, sich anhand von wissenschaftlicher Originalliteratur in ein Themengebiet einzuarbeiten. Sie kennen die Methoden, wissenschaftliche Inhalte im Zuge einer Präsentation einem Fachpublikum vorzustellen, zu rechtfertigen und können somit rhetorisch überzeugen. Sie beweisen damit, dass sie durch die selbstständige Einarbeitung in ein Themengebiet der GMS, ein vertieftes Wissen auf dem Gebiet der Mehrphasenströmungen haben.

Lehr- und Lernmethoden:

Der Vortrag in der Vorlesung basiert auf einem Foliensatz. Kompliziertere Herleitungen werden an der Tafel erklärt. Ein ausführliches Skriptum wird von der Fachschaft MW vertrieben. Die Konzepte und Methoden der GMS werden zunächst in der Vorlesung vorgestellt. Zur Vertiefung findet optional eine Zentralübung statt, in der die Anwendung der Konzepte und Methoden demonstriert und geübt wird.

Zusätzlich werden den Studierenden im Rahmen des GMS Seminars Methoden des wissenschaftlichen Präsentierens vermittelt. Diese Methoden werden im Zuge eines Vortrages zu Präsentationstechniken im Rahmen des Seminars gelehrt.

Die jeweiligen Präsentationen der Studierenden werden in einer Feedbackrunde mit den Dozenten analysiert und kommentiert.

Medienform:

Vortrag, Tafelanschrieb, Präsentationen, Videos, Bilder, ausführliches Skript, wiss. Originalliteratur

Literatur:

Modulverantwortliche(r):

Polifke, Wolfgang; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0136: Verbrennung | Combustion

Einführung in die Theorie und Anwendungen technischer Verbrennungssysteme

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2011/12

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Zeitnahes Nachbereiten der Vorlesung, eigenständige Lösung der Übungsaufgaben und deren Diskussion in der Übung, sowie der Besuch der Sprechstunde während der Prüfungsvorbereitung geben dem Studierenden die Möglichkeit der Lernerfolgskontrolle. Zweiteilige schriftliche Prüfung mit 90 Min Dauer.

Teil 1: Kurzfragen ohne Hilfsmittel 30 Min,

Teil 2: Berechnungen mit frei gewählten schriftlichen Unterlagen und einem nicht programmierten Taschenrechner.

Teil1: 42%, Teil2: 58% der Bewertungspunkte.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Thermodynamik I + II, Wärme-und Stoffübertragung, Fluidmechanik II, Turbulente Strömungen

Inhalt:

Reaktive Strömungen treten in vielen Bereichen des Ingenieurwesens auf. Das Spektrum reicht von Reaktoren in der chemischen Verfahrenstechnik bis zu Raketenantrieben. Allen Anwendungen gemeinsam ist die chemische Stoffumwandlung, die unter den thermodynamischen Hauptsätzen der Massen-, Impuls- und Energieerhaltung abläuft. Die Vorlesung führt in die Grundlagen zur Beschreibung reaktiver Strömungen am Beispiel der stationären Gleichdruck-Verbrennung in Flammen ein, die in chemischer Synthese, Industrieöfen, Gasturbinen, Kochstellen und Heizgeräten breite Anwendung haben. Die globalen Bilanzen der Verbrennungslehre (Stoichiometrie, Spezies- und Elementarbilanz, Bildungsenthalpie und Reaktionswärmetönung) werden rekapituliert. Die Reaktionskinetik der Gasphase wird am Stoßmodell erarbeitet, wodurch sich die Struktur vom Arrhenius-Ansatz und der Nettobildungsrate

verankert. Das thermodynamische Gleichgewicht und die Verbindung zum thermo-chemischen Gleichgewicht wird erlernt. Die typischen Abfolgen der Verbrennungskinetik (Start-, Ketten- und Rekombinationsreaktionen) und ihr Bezug zum technischen Sachverhalt werden verstanden. Die Prinzipien der Mechanismusreduktion (Partielles Gleichgewicht, Globalkinetik) werden erlernt. Die Wirkung der primären Einflussgrößen auf die charakteristischen Kenngrößen laminarer Flammen werden transparent. Die Phänomenologie und Charakterisierung turbulenter Strömungsvorgänge wird im Kontext turbulenter Flammen verinnerlicht. Die Charakterisierung der turbulenten Verbrennungsregimes durch Kennzahlen und ihre konkrete Anwendung werden abrufbar. Das Prinzip der mehrphasigen Verbrennung wird auf dem Niveau der vereinfachten Behandlung von Einzeltropfen und ihrer Kennzahlen erlernt. Bildung und Kontrolle von Luftschadstoffen und der Einfluss der Verbrennungsführung schliessen die Vorlesung ab. In der angebotenen Übung werden die Vorlesungsinhalte aufgegriffen und angewandt.

Lernergebnisse:

Die Studierenden besitzen Kompetenz in der thermochemischen und fluiddynamischen Grundauslegung verbrennungstechnischer Systeme. Sie beherrschen die Grundlagen des Entwurfs und der Skalierung von Verbrennungsanlagen. Durch das Verständnis der thermofluiddynamischen Zusammenhänge in Flammen können bestehende Strömungsreaktoren analysiert und auftretende Probleme gelöst werden.

Lehr- und Lernmethoden:

Interaktiver Vortrag, Skriptum, Übungsaufgaben, Vorführung von Experimenten, Multimediapräsentationen. Im Sommersemester werden am Ende der Vorlesungszeit im Rahmen der Zusatzübung alte Prüfungsaufgaben vorgerechnet. Im Wintersemester findet ausschließlich eine erweiterte Zusatzübung statt.

Medienform:

Vortrag, Vorlesungsskript, Übungsaufgaben, Repetitorium von Musterfragen zur Strukturierung des Stoffs.

Literatur:

Stephen R. Turns, An Introduction to Combustion, 2nd edition, McGraw Hill,

Modulverantwortliche(r):

Sattelmayer, Thomas; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1896: Reaktionsthermodynamische Grundlagen für Energiesysteme | Basic Course in Reaction Thermodynamics

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2012/13

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Klausur (90 min)

Zugelassene Hilfsmittel: open book, Taschenrechner (darf auch programmierbar sein)

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse in Thermodynamik (z.B. Vorlesung Thermodynamik I)

- Thermische Zustandsgleichung
- 1. Hauptsatz der Thermodynamik
- 2. Hauptsatz der Thermodynamik

Inhalt:

Zu Beginn werden die Grundlagen aus der Vorlesung Thermodynamik I kurz repetiert. Es wird auf den funktionalen Zusammenhang der Zustandsgrößen eingegangen und basierend auf der thermischen Zustandsgleichung des idealen Gases Realgaseffekte vorgestellt und diskutiert. Der 1. und der 2. Hauptsatz der Thermodynamik werden kurz dargestellt und damit die Exergie eingeführt.

Aufbauend auf diesen Grundlagen wird das reale Stoffverhalten anhand der Herleitung der realen Änderung der Enthalpie bzw. der inneren Energie bei Zustandsänderungen im Vergleich zu Verhalten bei idealem Gas dargestellt.

Einführung der Mischphasenthermodynamik - ideale Mischungen - reale Mischungen - thermodynamische Behandlung von Mischungen.

Zustandsgrößen chemischer Reaktionen - die stöchiometrische Umsatzgleichung -

Reaktionslaufzahl - Reaktionsgeschwindigkeit - kinetische Gleichgewichtsbetrachtungen.

Reaktionsenthalpie - absolute Enthalpie - Temperaturabhängigkeit der Reaktionsenthalpie

Gleichgewicht chemischer Reaktionen: Gibbs'sche freie Enthalpie - Reaktionsgleichgewicht -
Temperaturabhängigkeit der Gleichgewichtskonstante - Exergie der chemischen Reaktion -
Einführung des chemischen Potentials
Phasengleichgewichte von Einkomponentensystemen und idealen Mischungen
Chemisches und Phasengleichgewicht bei realem Stoffverhalten - Fugazität

Lernergebnisse:

Aufbauend auf thermodynamischen Grundkenntnissen sollen die Hörer folgende Kompetenzen erwerben:

Anwendung der Thermodynamik auf praxisrelevante Stoffsysteme aus mehreren Komponenten mit und ohne chemischer Reaktion.

Berechnung von chemischen Gleichgewichten aus thermodynamischen Daten, Verständnis des Zusammenhangs zwischen chemischer Reaktion und thermodynamischen Größen

Lehr- und Lernmethoden:

Vortrag

Medienform:

Literatur:

T. Engel, P. Reid, Physikalische Chemie, Wiley VCH

P.W. Atkins, J. de Paula, Physikalische Chemie, Wiley VCH

Modulverantwortliche(r):

Spliethoff, Hartmut; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Übung Reaktionsthermodynamische Grundlagen für Energiesysteme (Übung, 1 SWS)

Gleis S [L], Gleis S, Dawo F, Morgenstern L

Reaktionsthermodynamische Grundlagen für Energiesysteme (Vorlesung, 2 SWS)

Gleis S [L], Gleis S, Dawo F, Morgenstern L

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2249: Optimierung und Modellanalyse | Optimization and Model Analysis [OptBiotech]

Optimierungs- und Analyseverfahren in Bioprozesstechnik und Biotechnologie

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer schriftlichen Klausur mit einer Prüfungsdauer von 90 Minuten erbracht. Es sind keine Hilfsmittel zugelassen. Die angestrebten Lernergebnisse werden durch Verständnisfragen und durch Rechenaufgaben zu verschiedenen Optimierungstechniken, Analyseverfahren und numerischen Lösungsverfahren überprüft. Dazu werden Aufgaben zur Optimierung von Funktionen mit mehreren Veränderlichen, zur linearen Optimierung und zur Prozessoptimierung gestellt. Die Klausur wird in jedem Semester angeboten (im SS zeitnah am Beginn).

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Voraussetzungen für die erfolgreiche Teilnahme sind mathematische Kenntnisse, wie sie in Bachelorstudiengängen an wissenschaftlichen Hochschulen vermittelt werden.

Inhalt:

Das Modul vermittelt Grundlagen verschiedener Optimierungstechniken, Analyseverfahren und numerische Lösungsverfahren.

Wesentliche Inhalte sind:

- Extremwertberechnung mit mehreren Variablen
- Lineare Optimierung
- Optimierungsaufgaben bei stöchiometrischen Netzwerken
- Lineare Regression
- Dynamische Optimierung
- Mixed Integer Probleme

- Prozessoptimierung

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, Möglichkeiten zur Verbesserung eines biotechnologischen Prozesses sowie der zellulären Systeme für Fragestellungen in der Biotechnologie in mathematischen Strukturen zu übersetzen und Lösungsansätze in Form von Optimierungsaufgaben (Probleme mit mehreren Veränderlichen, lineare Optimierung) zu formulieren. Sie verstehen verschiedene Analysetechniken für mathematischer Modelle wie die Sensitivitäts- und Stabilitätsanalyse, die ein verbessertes Verständnis der Vorgänge erlauben.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Inhalte dieses Moduls werden in der Vorlesung mit Tafelanschrieb und mit Hilfe von Powerpoint-Präsentationen theoretisch vermittelt. Wesentliche Inhalte werden wiederholt aufgegriffen und in den Übungen vertieft. Die Studierenden erhalten Übungsaufgaben, die vorgerechnet und diskutiert werden. Dies ermöglicht den Studierenden eine Selbstkontrolle zur optimalen Umsetzung biotechnologischer Optimierungsaufgaben in mathematische Strukturen, wodurch sich ein vertieftes Verständnis zu Analyse- und numerischen Lösungsverfahren ergibt.

Medienform:

Die in der Vorlesung verwendeten Folien werden den Studierenden in geeigneter Form rechtzeitig zugänglich gemacht. Übungsaufgaben werden regelmäßig verteilt und Musterlösungen mit den Studierenden diskutiert.

Literatur:

Es stehen Lehrbücher für Teilaspekte zur Verfügung. Zu nennen sind: Metabolic Engineering: Principles and Methodologies (v. G. Stephanopoulos, J. Nielsen und G. Stephanopoulos, Academic Press, 1998), Linear programming with MATLAB (v. M. C. Ferris u. a., MPS- SIAM Series on Optimization, 2007), Theory of linear and integer programming (v. A. Schrijver, J. Wiley and Sons, 2000), Systems Biology (A. Kremling, 2013).

Modulverantwortliche(r):

Kremling, Andreas; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Optimierung und Modellanalyse (MW 2249) (Vorlesung, 2 SWS)
Kremling A [L], Beentjes M

Optimierung und Modellanalyse (Übung) (MW 2249) (Übung, 2 SWS)
Kremling A [L], Beentjes M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2390: Modellierung verfahrenstechnischer Prozesse | Modeling of chemical engineering processes [MVP]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2018/19

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung setzt sich aus einer mündlichen Prüfung (20 min) und einer Übungsleistung zusammen. Als Übungsleistung sind Hausarbeiten in Form von eigenständig zu erbringenden Programmieraufgaben zu erbringen. Mit der mündlichen Prüfungen weisen die Studierenden, das Verständnis der Programmierung mit MATLAB nach. Die Kompetenz Programmieraufgaben selbstständige zu bearbeiten wird ergänzend mit der programmiertechnischen Übungsleistung nachgewiesen. Die Modulnote setzt sich zu 20% aus der mündlichen Prüfungsleistung und zu 80% aus der Übungsleistung zusammen.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Kenntnisse der thermischen Verfahrenstechnik, insbesondere des Moduls Thermische Verfahrenstechnik I. Grundlegende Kenntnisse in der Bedienung von MATLAB und einer Programmiersprache sind empfohlen.

Inhalt:

Das Modul vermittelt die Modellierung verfahrenstechnischer Prozesse in MATLAB. Es werden typische verfahrenstechnische Probleme und die zu deren Beschreibung notwendigen Modelle vorgestellt. Den Studierenden wird beigebracht, welche Funktionalitäten MATLAB zur Verfügung stellt und wie mit diesen eigene Programme erstellt werden, mit denen verfahrenstechnische Probleme gelöst werden können. Zu den behandelten verfahrenstechnischen Problemstellungen zählen unter anderem die Berechnung von Stoffdaten und die Bestimmung von Phasengleichgewichten. Es wird neben der prozeduralen Programmierung auch die objektorientierte Programmierung mit MATLAB behandelt.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage von MATLAB zur Verfügung gestellte Funktionen zu verstehen und in eigenen Programmen anzuwenden. Die Studierenden können ein verfahrenstechnisches Problem analysieren und bewerten, welche Modelle zur Beschreibung des Problems geeignet sind. Den Studierenden ist es möglich ein eigenes Programm zu schaffen, das in der Lage ist das verfahrenstechnische Problem in der Simulation abzubilden und mit dieser zu lösen.

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul besteht aus zwei Vorlesungsblöcken in denen die Grundlagen der Programmierung in MATLAB vermittelt werden. Mit Hilfe dieser Grundlagen ist eine selbstständige Bearbeitung der Hausarbeiten möglich. Eine Hausarbeit behandelt ein oder mehrere verfahrenstechnische Probleme, die durch selbstgeschriebene Programme in MATLAB gelöst werden. Die Hausarbeiten bauen aufeinander auf und verlangen den in der Vorlesung vermittelten Stoff praktisch anzuwenden. Das Seminar bietet die Möglichkeit, die Vorlesungsinhalte zu vertiefen und die bei der Bearbeitung der Hausarbeiten auftretenden Probleme zu diskutieren. Die Hausarbeiten können in Eigenregie und im Rahmen des Seminars bearbeitet werden.

Medienform:

Die in der Vorlesung verwendeten Skripte werden den Studierenden in geeigneter Form rechtzeitig zugänglich gemacht. Die Lehrinhalte werden in PowerPoint-Präsentationen vermittelt. Zur Unterstützung der Studierenden bei der Bearbeitung der Hausarbeiten wird ein Diskussionsforum eingerichtet in dem sich die Studierenden untereinander und mit den Betreuern austauschen können. Jeder Studierende ist selbst dafür verantwortlich, dass er im Besitz eines Computers ist, mit dem er mit MATLAB arbeiten kann. MATLAB ist für Studierende der TUM im Rahmen einer Campuslizenz kostenlos erhältlich.

Literatur:

Grundlegende und weiterführende Informationen zur Programmierung in MATLAB sind in der in MATLAB eingebauten Hilfe zu finden. Eine Einführung in die Programmierung mit MATLAB bietet das RRZN-Handbuch zu MATLAB/Simulink, das über das LRZ bezogen werden kann.

Modulverantwortliche(r):

Klein, Harald; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Modellierung verfahrenstechnischer Prozesse (Vorlesung, ,53 SWS)

Klein H (Kreitmeir M, Fahr S, Siebe D)

Modellierung verfahrenstechnischer Prozesse - Seminar (Seminar, 2 SWS)

Klein H (Kreitmeir M, Fahr S, Siebe D)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Weitere Säulenmodule

Modulbeschreibung

CH3065: Grundlagen der Elektrochemie | Fundamental Electrochemistry

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

Modulniveau: Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Lernergebnisse:

Lehr- und Lernmethoden:

Medienform:

Literatur:

Bard, A.J. and Faulkner, L.R. (2001) Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, 2nd edition, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons

Newman, J. and Thomas-Alyea (2004) Electrochemical Systems, 3rd edition, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons

Hamann, C.H.; Hamnett, A. and Vielstich, W. (2007) Electrochemistry, 2nd edition, Weinheim: Wiley-VCH

Modulverantwortliche(r):

Gasteiger, Hubert; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Fundamental Electrochemistry (CH3065) (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Berger A, Gasteiger H, Graf M, Nilges T

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0357: Gasdynamik | Gas Dynamics [Gdy]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2020

Modulniveau: Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfung (schriftliche Klausur, 90 min) besteht aus erweiterten Kurzfragen, die das gesamte Themenspektrum abdecken. Zur Prüfung sind - bis auf Schreib-/Zeichengeräte und einem nicht programmierbaren Taschenrechner - keine Hilfsmittel zugelassen. Die erweiterten Kurzfragen besitzen den Vorteil, dass durch sie eine ausgewogene Mischung aus Wissensfragen (d.h. wichtige elementare Formeln und Zusammenhängen), Übungsfragen (d.h. die Anwendung von Techniken vergleichbar mit den Übungsaufgaben) und Transferfragen über das gesamte Themenspektrum prüfbar wird. Die Studierenden sollen somit demonstrieren, dass sie beispielsweise stationäre und instationäre gasdynamische Probleme mit analytischen Methoden analysieren, mit Hilfe der Lösung linearer Differentialgleichungen das Verhalten von Überschallströmungen um schlanke Körper qualitativ ermitteln und bewerten, sowie die erlernten Theorien (z. B. Vorhersage des Wellenwiderstands im Transschall, Beschreibung des instationären Verhaltens der Strömung in Kolben-Zylinder-Systemen) anwenden können.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Erforderlich sind die Grundstudiumsveranstaltungen Fluidmechanik I und Thermodynamik, empfohlen (aber keinesfalls zwingend) sind die Veranstaltungen Fluidmechanik II, Thermodynamik II, Angewandte CFD, sowie alle Veranstaltungen im Bereich Aerodynamik/Strömungsmechanik.

Inhalt:

Ausgehend vom Vorwissen aus der Fluidmechanik I werden die kompressiblen Navier-Stokes Gleichungen und die Hauptsätze der Thermodynamik einführend wiederholt. Darauf aufbauend wird die stationäre Stromfadentheorie (Laval-Gleichung) und die stationäre senkrechte Stoßbeziehung abgeleitet, analysiert und zur Lösung von kompressiblen Strömungsproblemen im Unter- und Überschall angewandt. Von der stationären Stromfadentheorie ausgehend wird die

instationäre lineare und nichtlineare Wellendynamik entwickelt und zur Analyse des Grundprinzips des Ladungswechsels herangezogen. Mit der Theorie der nichtlinearen Wellendynamik ist die Analyse der Prozesse im Stoßrohr (Ludwig-Rohr) handhabbar. Abschließend werden Techniken zur Untersuchung mehrdimensionaler Effekte in Überschallströmungen diskutiert und auf vereinfachte Raketenschubdüsen angewandt. Die Vorlesung und die Übung werden durch Simulationsbeispiele und Visualisierungen von Experimenten ergänzt.

Lernergebnisse:

Die Studierenden sind nach erfolgreichem Bestehen des Moduls Gasdynamik in der Lage: (1) das grundsätzliche Vorgehen in der Formulierung von Vereinfachungen zu den Gleichungen in der kompressiblen Strömungslehre wie auch der Thermodynamik anzuwenden, (2) stationäre und instationäre gasdynamische Probleme mit analytischen Methoden zu analysieren, (3) mit Hilfe der Lösung linearer Differentialgleichungen das Verhalten von Überschallströmungen um schlanke Körper qualitativ zu ermitteln und zu bewerten, (4) wellendynamische Prozesse einschließlich der instationären Stoßbildung zu erinnern, (5) experimentelle Vorrichtungen zur Analyse von kompressiblen Gasströmungen zu verstehen, (6) die erlernten Theorien (von der Analyse des Concorde Unfalls über die Vorhersage des Wellenwiderstands im Transschall bis zur Beschreibung des instationären Verhaltens der Strömung in Kolben-Zylinder-Systemen) anzuwenden.

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul beinhaltet als Lehrveranstaltungen eine Vorlesung und eine Übung. In der Vorlesung werden die theoretischen Grundlagen zur Gasdynamik über ein darbietendes Lehrverfahren erklärt. Die Studierenden lernen somit beispielsweise das grundsätzliche Vorgehen in der Formulierung von Vereinfachungen zu den Gleichungen in der kompressiblen Strömungslehre wie auch der Thermodynamik anzuwenden.

In der Übung werden Beispielaufgaben vorgerechnet und können zusammen mit dem Übungsleiter diskutiert werden. Die Studierenden lernen dabei z. B. stationäre und instationäre gasdynamische Probleme mit analytischen Methoden analysieren und die erlernten Theorien (z. B. Vorhersage des Wellenwiderstands im Transschall, Beschreibung des instationären Verhaltens der Strömung in Kolben-Zylinder-Systemen) anzuwenden.

Medienform:

Multimedial gestützter Frontalunterricht

Literatur:

Vorlesungsmanuskript, Vorlesungsfolien, Übungsaufgabensammlung, zusätzliche Materialien auf der Web-Plattform.

John D. Anderson: "Modern Compressible Flow: With Historical Perspective", McGraw-Hill Education; 3 edition (July 19, 2002), ISBN: 9780071241366

Modulverantwortliche(r):

Adams, Nikolaus; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0538: Moderne Methoden der Regelungstechnik 1 | Modern Control 1

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2013/14

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen Klausur (90 min) werden die vermittelten Inhalte - sowohl von theoretischer Seite als auch in der Anwendung auf verschiedene Problemstellungen - überprüft.

Der Hauptteil der Prüfungsleistung besteht aus der Anwendung der vermittelten Methoden auf unterschiedliche Problemstellungen anhand von Rechnungen. Zu einem kleineren Teil werden theoretische Sachverhalte an Verständnisfragen überprüft.

Als einziges Hilfsmittel ist eine selbsterstellte, handschriftliche Formelsammlung auf einem beidseitig beschriebenen DIN A4 Bogen erlaubt. Die Verwendung eines Taschenrechners ist explizit nicht erlaubt.

Hinweis: Die Inhalte und die zu überprüfenden Lernergebnisse der Module MW1420 „Advanced Control“ und MW0538 „Moderne Methoden der Regelungstechnik 1“ sind äquivalent.

„Advanced Control“ wird vorzugsweise für englischsprachige Studierende angeboten. Sollten in Studiengängen beide Module eingebunden sein, kann für den Abschluss des Studiums nur eines der beiden Module absolviert werden. Eine doppelte Belegung der Module im Sinne der Notenverbesserung ist nicht möglich (siehe APSO §24, Absatz 4 Satz 2).

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Vorausgesetzt wird der Stoff des Grundlagenmoduls "Regelungstechnik".

Vorausgesetzt werden auch Grundlagen der linearen Algebra aus des Moduls "Höhere Mathematik 1-3"

Das Modul "Systemtheorie in der Mechatronik" wird empfohlen.

Alternativ kann eine Einführung in die Zustandsdarstellung zur eigenständigen Vorbereitung heruntergeladen werden:

- Grundlagen.pdf (Wiederholung wichtiger Begriffe aus dem Modul "Regelungstechnik"),
- Zustandsdarstellung.pdf (Wichtiges aus dem Modul "Systemtheorie"),
- Analyse.pdf (Weiterführendes Material wie Steuer- und Beobachtbarkeit, Stabilität, Nullstellen).

Inhalt:

Moderne Zustandsraummethoden erlauben den Entwurf auch komplexer Mehrgrößenregelsysteme, wie sie in der Mechatronik, der Fahrzeug- und der Flugregelung aber auch in verfahrenstechnischen Prozessen zunehmend anzutreffen sind.

Gliederung der Vorlesung:

1. Einführung
2. Entwurf von Zustandsregelungen für Mehrgrößensysteme
3. Zustandsbeobachter
4. Berücksichtigung von Störgrößen
5. Erweiterte Regelungsstrukturen
6. Ein-Ausgangslinearisierung nichtlinearer Systeme
7. Ausblick: Künstliche neuronale Netze und Fuzzy Control

Lernergebnisse:

Die Teilnehmer des Moduls sollen nach den Veranstaltungen in der Lage sein

- die im Modul vermittelte Theorie selbstständig in den Entwurf linearer Zustandsregelungen und Zustandsbeobachter umzusetzen,
- die Anwendbarkeit der im Modul betrachteten Entwurfsmethoden für die betrachteten Systemklassen zu beurteilen und sicher mit den Entwurfsmethoden umzugehen,
- Systemeigenschaften wie Stabilität, Steuer- und Beobachtbarkeit für unregelte und geregelte Systeme unter den jeweiligen Bedingungen des genutzten Verfahrens zu beurteilen
- die Zustandsregelung um die im Modul vorgestellten Maßnahmen zur Störunterdrückung zu entwerfen,
- Blockschaltbilder für komplexe Regelungsaufgaben zu entwerfen,
- Ein-/Ausgangs-linearisierende Regelungen für nichtlineare Eingrößensysteme zu entwerfen und

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden durch Vortrag und Tafelanschrieb alle Methoden systematisch aufeinander aufbauend hergeleitet und an Beispielen illustriert. Weiteres Begleitmaterial steht in Form von Beiblättern zum Download zur Verfügung.

Übungsblätter werden zum Download bereitgestellt und im Rahmen der Übung in Teilen vorgerechnet, wobei die aktive Teilnahme der Studierenden durch Fragen und Kommentare erwünscht ist. Nicht vorgerechnete Aufgaben bieten zusätzliche Übungsmöglichkeit. Zu allen Aufgaben stehen Musterlösungen zur Verfügung.

Weiterhin werden 3 Tutorübungen in mehreren Gruppen angeboten, in denen der erlernte Stoff an drei technischen Systemen angewandt wird. Neben der Assistentensprechstunde (nach Vereinbarung) bietet die Tutorübung weitere Möglichkeit zur Klärung offener Fragen.

Medienform:

Vortrag, Tafelanschrieb, Anschrieb über Beamer und Tablet
Beiblätter, Übungen und Tutorübungen zum Download

Literatur:

1] Föllinger, O.: Regelungstechnik. 12., überarb. Auflage, Berlin (u.a.): VDE Verl., 2016. – XV, 452 S. ISBN 9783800742011. In der TUM Bibliothek vorhanden. Ein Standard-Werk. Der Vorlesungsstoff wird bis auf wenige Ausnahmen gut abgedeckt.

[2] Lunze, J.: Regelungstechnik

Bd. 1. – 12., überarb. Aufl. – Berlin: Springer, 2020. – ISBN 9783662607466 Als E-Book an der TUM unter <https://doi.org/10.1007/978-3-662-60746-6> und

Bd. 2. – 9. Überarb. U. aktual. Aufl. – Berlin: Springer 2016. Als E-Book in der TUM Bibliothek unter <https://doi.org/10.1007/978-3-662-52676-7> .

Lehrbuch in 2 Bänden, das den Stoff ebenfalls gut abdeckt. Viele Beispiele und Übungsaufgaben, auch mit MATLAB.

[3] Ludyk, G.: Theoretische Regelungstechnik. Springer 1995. –

Bd. 1: XI, 390 S., 165 Abb. – ISBN 9783642772214.

In der TUM Bibliothek als E-Book unter <https://doi.org/10.1007/978-3-642-77221-4>

Bd. 2: X, 330 S., 127 Abb. – ISBN 9783642793912.

In der TUM Bibliothek als E-Book unter <https://doi.org/10.1007/978-3-642-79391-2>

Lehrbuch in zwei Bänden, in dem Wert auf mathematische Exaktheit und Vollständigkeit gelegt ist.

[4] Slotine, J.J.E. and W. Li: Applied Nonlinear Control.- Engelwood Cliffs, NJ: Prentice Hall, 1991. – XV, 461 S. – ISBN 9780130408907.

In der TUM Bibliothek vorhanden

Ein Lehrbuch zur nichtlinearen Regelung.

[5] Franklin, G.F., Powell, J.D., Emami-Naeini, A.: Feedback Control of Dynamic Systems. . – Eight Ed., New York: Pearson 2020. – 924 S. – ISBN 9781292274546.

In der TUM Bibliothek als E-Book unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/munchentech/detail.action?docID=5834413>

Modernes Lehrbuch.

[6] Dorf, R.C., Bishop, R.H.: Moderne Regelungssysteme.- Dt. Übers. der 10. überarb. englischsprachigen Aufl. - 1166 S. Pearson 2006.- ISBN 9783827373045

Berühmtes Lehrbuch, nun in deutscher Sprache.

Modulverantwortliche(r):

Lohmann, Boris; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0595: Turbulente Strömungen | Turbulent Flows [TS]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2020

Modulniveau: Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer schriftlichen Klausur erbracht. Damit soll nachgewiesen werden, dass in einer begrenzten Zeit von 90 min und mit begrenzten Hilfsmitteln ein Problem erkannt wird und Wege zur korrekten Lösung gefunden werden. Fakten- und Zusammenhangswissen werden in einem Kurzfragenteil überprüft, Problemlösungskompetenz in einem Rechenaufgabenteil. Die Studierenden sollen so beispielsweise nachweisen, dass sie die in Natur und Technik auftretenden Phänomene turbulenter Strömungen verstehen sowie unterschiedliche Turbulenzmodelle bewerten und auswählen können, um je nach Situation wichtige von unwichtigen (vernachlässigbaren) Mechanismen zu trennen und eine ausreichend genaue Simulation der untersuchten Strömung in angemessener Zeit zu ermöglichen. Im Kurzfragenteil sind keine Hilfsmittel zugelassen, im Rechenteil ein nicht-programmierbarer Taschenrechner.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Fluidmechanik I, Fluidmechanik II

Inhalt:

Phänomene turbulenter Strömungen; Physik turbulenter Strömungen: Grundgleichungen, Turbulenzentstehung, Statistische Beschreibung, Kanonische Strömungen; Numerische Simulation turbulenter Strömungen; Turbulenzmodellierung: Statistische Turbulenzmodellierung, Large-Eddy Simulation

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme am Modul Turbulente Strömungen sind die Studierenden in der Lage, die in Natur und Technik auftretenden Phänomene turbulenter Strömungen zu verstehen. Sie verstehen,

wie ein reales Problem mit Hilfe der Grundgleichungen der Strömungsmechanik beschrieben werden kann und weshalb in den meisten Fällen Turbulenzmodellierung notwendig ist, um ein solches Problem in angemessener Zeit numerisch zu untersuchen. Sie sind ausgehend von der Kenntnis verschiedener kanonischer Strömungen in der Lage, unterschiedliche Turbulenzmodelle zu bewerten und auszuwählen, um je nach Situation wichtige von unwichtigen (vernachlässigbaren) Mechanismen zu trennen und eine ausreichend genaue Simulation der untersuchten Strömung in angemessener Zeit zu ermöglichen.

Lehr- und Lernmethoden:

Vorlesung: Darbietendes Lehrverfahren. Übung: Darbietendes und erarbeitendes Lehrverfahren. Das Modul beinhaltet als Lehrveranstaltungen eine Vorlesung und eine Übung. In der Vorlesung (darbietendes Lehrverfahren) werden anhand von PowerPoint-Folien die Grundlagen turbulenter Strömungen erklärt. Die Studierenden lernen somit, die in Natur und Technik auftretenden Phänomene turbulenter Strömungen zu verstehen. Um dem Frontalunterricht folgen zu können werden ihnen ein Skript und die Folien zur Verfügung gestellt. Diese können mit eigenen Notizen ergänzt werden.

In der Übung (Übung mit teilweise Vorrechenaufgaben) wird gezeigt, wie ein reales Problem mit Hilfe der Grundgleichungen der Strömungsmechanik beschrieben werden kann und weshalb in den meisten Fällen Turbulenzmodellierung notwendig ist, um ein solches Problem in angemessener Zeit numerisch zu untersuchen. Die Studierenden lernen ausgehend von der Kenntnis verschiedener kanonischer Strömungen, unterschiedliche Turbulenzmodelle zu bewerten und auszuwählen, um je nach Situation wichtige von unwichtigen (vernachlässigbaren) Mechanismen zu trennen und eine ausreichend genaue Simulation der untersuchten Strömung in angemessener Zeit zu ermöglichen.
nd erarbeitendes Lehrverfahren.

Medienform:

Multimedial gestützter Frontalunterricht, Rechnerübungen mit kommerzieller CFD-Software

Literatur:

Vorlesungsmanuskript, Vorlesungsfolien, Übungsaufgaben. Stephen B. Pope "Turbulent Flows"

Modulverantwortliche(r):

Adams, Nikolaus; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0612: Finite Elemente | Finite Elements [FE]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2011/12

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer schriftlichen Klausur (Bearbeitungsdauer 90min) erbracht. Eine Mischung aus Wissensfragen und Rechenaufgaben zur Modellierung von Strukturen mit Hilfe der Finite-Element-Methode soll das Verständnis spezieller Phänomene bzw. die Anwendung spezieller Arbeitstechniken einerseits und das Gesamtkonzept von Modellierung, Diskretisierung und Lösung andererseits prüfen. Die Prüfungsfragen erstrecken sich über die gesamte Lehrveranstaltung.

Zugelassene Hilfsmittel sind diverse schriftliche Unterlagen (Skript, Übungsunterlagen, Hausübungen, Bücher, Notizen, etc.) sowie ein nichtprogrammierbarer Taschenrechner.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Kenntnisse in der Technischen Mechanik sind hilfreich, jedoch werden alle nötigen Aspekte auch für Nicht-Ingenieure kurz wiederholt.

Inhalt:

Inhalt der Veranstaltung ist die Modellierung von Strukturen, wie sie im Ingenieurwesen Verwendung finden, mit Hilfe der Finite-Element-Methode (FEM). Der inhaltliche Bogen spannt sich dabei vom Verständnis der Strukturmodelle bis hin zur Theorie und Funktionalität der FEM. Weiterführende Vorlesungen bauen auf dem Modul Finite Elemente auf. Inhalt:

- (1) Theoretische und numerische Ansätze zur Modellierung von Strukturen bzw. Festkörpern aus dem Ingenieurwesen
- (2) Interaktion von Modellierung, Diskretisierung und Lösung von Festkörpersystemen
- (3) 3D/2D Festkörper: Erhaltungsgleichungen, FE-Diskretisierung, Variationsprinzipien, Lösungskomponenten und Anwendungen

- (4) "Locking"-Phänomene, robuste Elementformulierungen
- (5) Balken- und Plattenmodelle
- (6) Einführung in die numerische Dynamik

Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Teilnahme am Modul Finite Elemente sind die Studierenden in der Lage diskrete Modellierungen von Festkörpersystemen zu erstellen und zu lösen. Dabei können sie aus verschiedenen Theorien für das Problem passende Modelle und Elemente auswählen. Ebenso können sie die numerischen Ergebnisse kritisch hinterfragen und Einschränkungen durch die vereinfachende Modellierung erkennen.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Vorlesung findet als Vortrag statt. Wichtige Inhalte der Vorlesung werden am Tablet-PC angeschrieben, die die Studierenden in ihr Lückenskript übertragen können. In den Übungen werden Beispielaufgaben vorgerechnet und hierbei Arbeitstechniken gezeigt und die wichtigsten Aspekte der Vorlesung noch einmal verdeutlicht. Zusätzlich werden weitere Aufgaben, sogenannte Hausübungen verteilt, deren Bearbeitung freiwillig ist. Alle Folien aus Vorlesung und Übung, sowie Lösungsbeispiele der Hausübungen werden online gestellt. Zusätzlich bietet ein Software-Tool die Möglichkeit auf freiwilliger Basis die Umsetzung der Theorie am Rechner nachzuvollziehen, zu verstehen und selbst damit zu experimentieren.

Medienform:

Vortrag, Präsentation mit Tablet-PC, Lückenskript in Vorlesung, Lernmaterialien auf Lernplattform.

Literatur:

- (1) Lückenskript zur Vorlesung. Weitere siehe Literaturverzeichnis im Skript.

Modulverantwortliche(r):

Wall, Wolfgang A.; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Finite Elemente (MW0612) (Vorlesung, 3 SWS)

Wall W, Gebauer A, Schmidt C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0798: Grenzschichttheorie | Boundary-Layer Theory [GST]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2020

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung besteht aus einer schriftlichen Klausur (Bearbeitungsdauer 90 min). Der Prüfungsinhalt erstreckt sich über den gesamten Vorlesungsinhalt. Fakten- und Zusammenhangswissen werden in einem Kurzfragenteil überprüft, Problemlösungskompetenz in einem Rechenaufgabenteil, bei dem mit Hilfe des Vorlesungsskripts zusammenhängende Probleme erarbeitet werden sollen.

Zugelassenes Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Fluidmechanik I und II, Thermodynamik, evtl. Wärme- und Stofftransport von Vorteil aber nicht zwingend erforderlich

Inhalt:

Ausgehend vom Vorwissen aus der Fluidmechanik I/II werden die allgemeinen Zusammenhänge der Navier-Stokes Gleichung noch einmal wiederholt und analytische Lösungen derselben besprochen. Darauf aufbauend werden folgende Themen aus der Grenzschichttheorie behandelt:

- * Herleitung der Grenzschichtgleichungen aus den Navier-Stokes Gleichungen
- * Lösungen der inkompressiblen Grenzschichtgleichungen für ebene, zweidimensionale Strömungen
- * Temperaturgrenzschichten
- * kompressible Grenzschichten
- * dreidimensionale Grenzschichten
- * Stabilitätstheorie - laminar-turbulenter Umschlag
- * Turbulente Grenzschichten
- * Experimentelle Grenzschichtforschung

Lernergebnisse:

Die Studierenden verfügen nach erfolgreichem Bestehen des Moduls Grenzschichttheorie über: (1) Kenntnisse des grundsätzlichen Vorgehens in der Formulierung von Vereinfachungen zu reibungsbehafteten Gleichungen in der Strömungslehre wie auch der Thermodynamik, (2) Kenntnisse über die Formulierung der Grenzschichtgleichungen für verschiedene Strömungsklassen, (3) die Fähigkeit, mit Hilfe der Lösung einfacher Differentialgleichungen das Verhalten der Strömung in der Nähe von Wänden näherungsweise zu beschreiben, (4) die Fähigkeit, mit Hilfe von integralen Zusammenhängen eine Abschätzung von Grenzschichtparametern durchzuführen, (5) die Fähigkeit, mit Hilfe der Lösungen der Grenzschichttheorie Näherungslösungen für komplexere Umströmungen von Profilen, etc. qualitativ und quantitativ zu beurteilen, (6) die Fähigkeit, die Entstehung von Turbulenz durch das Kennenlernen des Transitionsprozesses zu beschreiben.

Lehr- und Lernmethoden:

Die in der Vorlesung vermittelten mathematische Gleichungen und Zusammenhänge werden an der Tafel hergeleitet und durch Powerpoint-Folien unterstützt. In der Übung werden die Inhalte aufgegriffen und vertieft. Dabei werden Lösungen zu Problemstellungen der Grenzschichttheorie unter Anwendung der erlernten Zusammenhänge erarbeitet und vorgerechnet. Sowohl für die Vorlesung als auch für die Übung können die Studierenden ihr Wissen durch Materialien und Anwendungen, die auf e-learning Plattformen zur Verfügung gestellt werden, vertiefen.

Medienform:

Multimedial gestützter Frontalunterricht durch e-learning Plattformen ergänzt

Literatur:

Vorlesungsmanuskript, Vorlesungsfolien, Übungsaufgabensammlung mit Lösungen, zusätzliche Materialien auf der e-learning Plattform. Schlichting "Grenzschichttheorie", Frank M. White "Viscous Fluid Flow".

Modulverantwortliche(r):

Stemmer, Christian; Apl. Prof. Dr.-Ing. habil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Grenzschichttheorie (MW0798) (Vorlesung, 2 SWS)

Stemmer C

Übung zu Grenzschichttheorie (MW0798) (Übung, 1 SWS)

Stemmer C (Ulrich F)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1420: Advanced Control | Advanced Control [ADV]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2017/18

Modulniveau: Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In a calculation part of the 90 min. written exam, which is oriented at the exercise problems and makes up about 2/3 of the achievable points, the students demonstrate their ability to

- model and linearize dynamical systems,
- analyze the properties which are important for control design and
- compute the different components of the controller structures for the control tasks considered in the course.

In a more theoretical part (approx. 1/3 of the achievable points), the students have to show their knowledge about

- the application of the mathematical tools that are used in the context of the course,
- the system theoretic properties of linear time invariant systems,
- the general setting of the presented state space control structures (goals, prerequisites, properties, realizations),
- the applicability of control methods in terms of system properties and
- short proofs of important facts about the analysis of LTI systems and the presented control design framework.

Some of these theoretical questions are formulated as multiple choice questions, in accordance with the examination rules.

Allowed material for the exam:

- One handwritten (DIN A4, double-sided) sheet of paper ("cheat sheet")
- No calculators, computers and other electronic devices

Hinweis: Die Inhalte und die zu überprüfenden Lernergebnisse der Module MW1420 „Advanced Control“ und MW0538 „Moderne Methoden der Regelungstechnik 1“ sind äquivalent.

„Advanced Control“ wird vorzugsweise für englischsprachige Studierende angeboten. Sollten

in Studiengängen beide Module eingebunden sein, kann für den Abschluss des Studiums nur eines der beiden Module absolviert werden. Eine doppelte Belegung der Module im Sinne der Notenverbesserung ist nicht möglich (siehe APSO §24, Absatz 4 Satz 2).

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

We require the students to have basic background in the field of automatic control and the necessary mathematical tools. The prerequisites are in general taught in

- undergraduate courses in higher mathematics dealing with basic linear algebra (matrix computations, eigenvalues, determinants,...) and complex numbers' theory.
- an undergraduate course in automatic control comprising the analysis of dynamical systems in time and frequency domain (Laplace transform, transfer functions, impulse responses, poles and zeros, stability,), and the design of basic controllers (PID) in single-loop control systems.

Inhalt:

1. State space models of linear time-invariant (LTI) dynamical systems
 - Mathematical modeling of lumped dynamical systems from physical laws
 - Control tasks and controller structures
 - Equilibria and stability
 - Linearization
 - Stability criteria for linear systems
2. Design of linear state feedback controllers in a two-degrees-of-freedom structure
 - Eigenvalue placement
 - Controllability and controller canonical form
 - Ackermann's formula and parametric state feedback
 - LQR optimal control
3. Design of linear state observers
 - Observability and observer canonical form
 - Duality between controller and observer design
 - Separation principle
 - Decoupling control and effect of zeros
4. Methods for disturbance rejection
 - Disturbance model and disturbance observer
 - Constant disturbance feedback
 - Disturbance decoupling
 - Effect of integral action
5. Extended controller structures
 - Extensions of the 2 DOF controller structure, e.g. by dynamic feedforward control

6. Input-output linearization for SISO systems

- Relative degree
- Lie derivative
- Internal dynamics and stability

Lernergebnisse:

Upon successful completion of the module the students are able to

- represent real-world dynamical systems in state space form, determine their equilibria and to obtain linear state space models by linearization,
- compute the solutions of linear state differential equations and analyze the dynamical system for stability, observability and controllability.
- understand the purpose and advantage of a two-degrees-of-freedom controller structure,
- design feedforward controllers that guarantee zero output error in nominal steady state,
- design state-feedback controllers using the pole placement method and as a Linear Quadratic Regulator (LQR),
- design a Luenberger state-observer to reconstruct non-measurable states of the system,
- further modify the closed loop system by adding measures to cope with different disturbances,
- have a basic knowledge about the prerequisites and the application of nonlinear control by input-output linearization.

Lehr- und Lernmethoden:

The teaching follows a classical scheme of weekly lecture (90 min.) + exercise (45 min.), complemented by additional offers, which help the student to catch up quickly with the syllabus in the case of difficulties.

To achieve the study goals, the students are expected to prepare the lectures by a first reading of the announced sections in the lecture notes. They are supposed to try themselves to solve the problems posed in the exercises, before the solutions are presented in class and are made available online.

A set of additional problems is offered for homework. The solutions are also made available online and are presented in the weekly tutorial. This optional offer gives the opportunity to discuss problems and open questions related to the exercises.

The optional revision courses are additional opportunities to clarify open questions concerning the content of the lecture. Moreover, they allow to discuss topics and advanced questions that go beyond the scope of the course.

At the begin of the course, two recapitulation lessons are offered to review the required preliminaries on linear systems' theory.

Medienform:

The lectures and exercises will be written on the blackboard and supplemented with slides and handouts.

Typeset lecture notes, exercises, homework and solutions, as well as additional material, are available for download (moodle).

Literatur:

The lecture is self-contained. However, the following textbooks are recommended for the interested reader:

Very complete book about linear systems theory with a focus on fundamental properties and results:

[1] Antsaklis, P. J., Michel, A. N.: Linear Systems. Birkhäuser, 2006. – ISBN 9780817644352 In der TUM Bibliothek auch als E-Book vorhanden unter <https://doi.org/10.1007/0-8176-4435-0>

Classical textbook for linear systems analysis and controller/observer design in state space:

[2] Kailath, T.: Linear Systems, Prentice Hall, 1980. – XXI, 682 S. ISBN 0135369614.
In der TU Bibliothek vorhanden

Three textbooks that cover very broadly the topics of linear system modeling, analysis and control design, mainly in the frequency domain. Chapters about state space modeling, state feedback control and observer design. Many examples, problems and Matlab exercises:

[3] Dorf, R. C., Bishop, R. H.: Modern Control Systems. 13th ed. – Harlow, England: Pearson, 2017. – 1025 S. ISBN 9781292152974.
In der TU Bibliothek vorhanden

[4] Franklin, G. F., Powell, J. D., Emami-Naeini, A.: Feedback Control of Dynamic Systems. 8. Ed. – New York: Pearson, 2020.
In der TU Bibliothek auch als E-Book vorhanden unter <https://ebookcentral.proquest.com/lib/munchentech/detail.action?docID=5834413>

[5] Ogata, K.: Modern Control Engineering. – 5. Ed.- Boston (u.a.) : Pearson, 2010. ISBN 9780137133376
In der TU Bibliothek vorhanden

Modulverantwortliche(r):

Kotyczka, Paul; PD Dr.-Ing. habil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Advanced Control - Exercise Course - (MW1420) (Übung, 1 SWS)
Herrmann M

Advanced Control - Additional Exercise - (MW1420) (Übung, 1 SWS)
Herrmann M

Advanced Control - Lecture - (MW1420) (Vorlesung, 2 SWS)
Kotyczka P

Advanced Control - Revision Exercise - (MW1420) (Übung, 1,33 SWS)
Kotyczka P, Herrmann M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1628: Angewandte CFD | Applied CFD

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2020

Modulniveau: Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Erzielen sämtlicher Lernergebnisse wird in Form einer schriftlichen Prüfung (60% der Modulnote) und einer Projektarbeit (40% der Modulnote) überprüft.

In der 45-minütigen, schriftlichen Prüfung sollen Studierende durch Beantwortung von Fakten- und Verständnisfragen zeigen, dass Sie die Grundlagen der in aktuellen Strömungssimulationswerkzeugen verfügbaren Modelle und Methoden verstanden haben. In der schriftlichen Prüfung sind (bis auf das Schreibwerkzeug) keine Hilfsmittel zugelassen. Durch die Projektarbeit mit einer Bearbeitungszeit von acht Wochen soll nachgewiesen werden, dass die Studierenden mit Hilfe eines kommerziellen Softwarepakets ein realitätsnahes, strömungsmechanisches Problem lösen können. In einem Bericht zum Projekt müssen Studierende demonstrieren, dass sie die erzielten Simulationsergebnisse kritisch analysieren und richtig bewerten können. Der abzugebende Bericht mit einem Umfang von ca. zehn Seiten kann in Einzel- oder in Gruppenarbeit erstellt werden; genauere Vorgaben werden rechtzeitig in der Vorlesung bekanntgegeben.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Fluidmechanik I, Fluidmechanik II, Grundlagen der numerischen Strömungsmechanik; Vorheriges oder paralleles Absolvieren des Moduls "Turbulente Strömungen" ist vorteilhaft.

Inhalt:

Das Modul Angewandte CFD bietet eine Einführung in die numerische Strömungsmechanik. Die Vorlesung umfasst (1) Grundlagen der mathematischen, physikalischen und numerischen Modellierung turbulenter Strömungen, (2) Methoden zur numerischen Lösung der Navier-Stokes-Gleichungen, (3) Randbedingungen, (4) die Erzeugung geeigneter Rechengitter, (5) Visualisierung und Bewertung von Simulationsergebnissen. Ebenfalls Teil der Veranstaltung ist (6)

ein Rechnerpraktikum in dem die praktische Anwendung des Softwarepaket ANSYS CFX / ICEM erlernt wird und Simulationen durchgeführt werden.

Lernergebnisse:

Die Studierenden verfügen nach erfolgreichem Bestehen des Moduls Angewandte CFD über folgende Fähigkeiten: (1) Verständnis der in aktuellen Strömungssimulationswerkzeugen verfügbaren Modelle und Methoden, (2) Aufsetzen und Durchführung von Strömungssimulationen, (3) Analyse und Bewertung von Simulationsergebnissen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Grundlagen der angewandten CFD anhand von Vortrag, Präsentation und Anschrieb mittels Folien, Tablet-PC und Beamer vermittelt. Die Theorie wird mittels Beispielen veranschaulicht. Den Studierenden werden eine Foliensammlung online zugänglich gemacht. Im Rechnerpraktikum wird den Studierenden eine Anleitung zur Bedienung des Softwarepakets ANSYS CFX/ICEM bereitgestellt, mit der sie vorgegebene Aufgabenstellungen selbstständig bearbeiten und die Simulationsumgebung kennenlernen. Das theoretische Wissen aus der Vorlesung und die praktischen Fertigkeiten aus dem Rechnerpraktikum wenden die Studierenden im Projekt an, um eine Strömungssimulation mit vorgegebenen, realitätsnahen Geometrien selbstständig durchzuführen und zu analysieren.

Medienform:

Multimedial gestützter Frontalunterricht, Rechnerpraktikum

Literatur:

Vorlesungsfolien. Ferziger und Peric: "Computational Methods for Fluid Mechanics", Anderson: "Computational Fluid Mechanics", Wilcox: "Turbulence Modeling for CFD"

Modulverantwortliche(r):

Stemmer, Christian; Apl. Prof. Dr.-Ing. habil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Übung zu Angewandte CFD (MW1628) (Übung, 1 SWS)

Schmidt S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Energietechnische Systeme | Energy Systems

Aus dieser Säule sind Module im Umfang von mindestens 20 ECTS zu erbringen.

Modulbeschreibung

ED180003: Mathematical Modeling for Expansion and Dispatch Planning in Modern Energy Systems | Mathematical Modeling for Expansion and Dispatch Planning in Modern Energy Systems [MAE]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2021

Modulniveau: Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung wird schriftlich (90 min) abgehalten. Im Fokus stehen Rechen- und Textaufgaben zur Abprüfung der Methoden in der Kraftwerkseinsatzplanung und der Optimierungsverfahren im Kontext der Energiesystemanalyse. Das Beantworten der Fragen erfordert teils eigene Formulierungen und teils das Ankreuzen von vorgegebenen Mehrfachantworten.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagen Höhere Mathematik und Physik,
Modul EI7448 Modellierung von Energiesystemen

Inhalt:

Grundsätzliche Problemstellungen der Kraftwerkseinsatz- und Ausbauplanung und des Lastflusses, Theoretische Hintergründe zum Lösen dieser Probleme:
Nichtlineare Optimierung (Probleme mit und ohne Nebenbedingungen, Lagrange Funktion),
Lagrange Dualität (Primales und duales Problem, Schwache und starke Dualität), Graphentheorie,
Gemischt-ganzzahlige Optimierung (Grundlagen, Lösungsmethoden), Anwendung der Theorie auf Problemstellungen der Energiesystemtechnik (z.B. Optimaler Lastfluss, Kraftwerkseinsatzplanung, Netzausbau)

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verstehen die Studierenden die Grundlagen der Kraftwerkseinsatzplanung und der Modellierung des Ausbauplanung mit Hilfe von Optimierungsmethoden. Weiterhin können sie (nicht-)lineare Optimierungsprobleme für den Anwendungsbereich der Energiesystemanalyse (z.B. Optimaler Lastfluss) aufstellen. Gemischt-ganzzahlige Formulierungen für die Kraftwerkseinsatzplanung können von den Teilnehmern erarbeitet werden und geeignete Lösungsalgorithmen angewendet und charakterisiert werden.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Problemstellungen aus der Ausbau- und Einsatzplanung werden in der Vorlesung erörtert. Konzepte zum Lösen dieser Problemstellungen werden mit Hilfe von Optimierungstheorie in der Vorlesung vorgestellt und mit Beispielen verdeutlicht. Mit Hilfe von Übungsblättern lernen die Studierenden den Umgang mit den Problemstellungen, die sie in Einzelarbeit lösen. Innerhalb der Übung werden die Schritte zur Lösung noch einmal ausführlich erläutert.

Medienform:

Folien, Tafel, Semesterapparat, Übungsblätter

Literatur:

Linear Programming and Network Flows; M. Bazaraa, J. Jarvis, H. Sherali; Third Edition; 2011; <http://dx.doi.org/10.1002/9780471703778>

A Textbook of Graph Theory; R. Balakrishnan, K. Ranganathan; 2012; <http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-4529-6>

Integer Programming; M. Conforti, G. Cornuéjols, G. Zambelli; 2014; <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-11008-0>

Modulverantwortliche(r):

Hamacher, Thomas; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Mathematische Methoden zur Ausbau- und Einsatzplanung in modernen Energiesystemen (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Hamacher T, Breuning L

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

EI70860: Integration of Renewable Energies | Integration of Renewable Energies [IRE]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2020

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung besteht aus einer schriftlichen Klausur (60 min). In der Prüfung wird mittels Fragen das Verständnis überprüft, ob die Studierenden die grundsätzlichen Herausforderungen bei der Integration der Erneuerbaren Energien wiedergeben können. Mit der Berechnung einfacher Beispiele wird überprüft, inwieweit das Wissen auf konkrete Fragen angewendet werden kann. Die Prüfung wird benotet.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse über:

- Erneuerbare Energietechnologien (Wasserkraft, Wind, Photovoltaik, Biomasse, Geothermie)
- Stromerzeugung und -transport in verschiedenen Szenarien der zukünftigen Energieversorgung
- Fossile und erneuerbare Energieträger
- Ordnungsrahmen in Strommärkten
- Politische und soziale Aspekte in Energiesystemen

Inhalt:

Die Vorlesung ist in eine Einführung und drei Hauptkapitel (Physikalische-, System- und Markt-Integration) gegliedert, welche die verschiedenen Herausforderungen im Rahmen der Integration der erneuerbaren Energien in ein existierendes Stromsystem klassifizieren:

In der Einführung werden die Eigenschaften fluktuierender Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien diskutiert und die daraus resultierenden Herausforderungen für das System abgeleitet. Physikalische Integration diskutiert (technische) Möglichkeiten, welche die Anpassung von Erzeugungs- und Verbrauchsseite ermöglichen (Netze, Speicherung, Lastmanagement, etc.).

System-Integration bewertet den möglichen Beitrag von erneuerbaren Energien zu Systemdienstleistungen (Regelleistung, Blindleistung, Momentanreserve, etc.).

Markt-Integration erklärt den Einfluss eines steigenden Anteils an erneuerbaren Energien auf die bestehenden Märkte in Stromsystemen und deren Teilnehmer. Zusätzlich werden alternative Marktkonzepte diskutiert.

Lernergebnisse:

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls ist der Studierende in der Lage:

- die Herausforderungen eines Energiesystems mit einem hohen Anteil an erneuerbaren Energien zu beschreiben
- die Eigenschaften von erneuerbaren Energien aus Systemperspektive zu verstehen
- mögliche Optionen, die die Integration erneuerbarer Energien verbessern, zu analysieren
- das Systemverhalten von erneuerbaren Energien zu verstehen
- den Einfluss erneuerbarer Energieerzeugung auf die konventionellen Kraftwerke zu analysieren
- erneuerbare Energieerzeugung in Bezug auf Strommärkte und den Bedarf an Regelleistung zu bewerten

Lehr- und Lernmethoden:

Vorlesung : Vorträge, Präsentationen und Tafelarbeit als Frontalunterricht

Übung: Berechnungen (per Hand oder PC-gestützt) und Literatur werden in den Übungsstunden diskutiert

Abhaltungssprache im WiSe Deutsch und im SoSe Englisch

Medienform:

Vorlesung und Übung mit Beamer und an der Tafel. Präsentationen und Übungen werden online zur Verfügung gestellt.

Literatur:

Lawrence E. Jones, Renewable Energy Integration, 2017

IEA: The Power of Transformation, 2014

Modulverantwortliche(r):

Hamacher, Thomas; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Integration of Renewable Energies (Vorlesung mit integrierten Übungen, 4 SWS)

Kuhn P, Gawlick J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

EI70870: Modellierung von Energiesystemen | Modeling of Energy Systems

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2020

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Modulprüfung mit folgenden Bestandteilen: Die Modulprüfung besteht aus einer Klausur (90 min) zur Vorlesung. Kurzfragen sowie Multiple-Choice dienen zur Prüfung der theoretischen Kenntnisse. Rechenaufgaben überprüfen die Beherrschung der vorgestellten Anwendungen und Algorithmen. Textaufgaben prüfen die Methodenkompetenz, unter anderem bei der Bewertung von Datenqualität sowie hinsichtlich der praktischen Modellanwendung. Die Klausur wird benotet.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Abgeschlossenes naturwissenschaftliches oder ingenieurwissenschaftliches Bachelorstudium (Grundlagen Höhere Mathematik und Physik)

Inhalt:

Einführung in die mathematische Modellbildung und deren Anwendung auf Energiesysteme, Mathematische Optimierung als wichtiges Werkzeug für Energiemodelle, Grundlagen der Wirtschaftswissenschaften sowie wichtige Konzepte der Energieökonomik, Allgemeine Gleichgewichtstheorie sowie Spieltheorie im Hinblick auf Energie und Umweltprobleme, Systemtheorie auf regionaler und globaler Ebene, Einblick in die Praxis der Modellierung sowie der notwendigen Datengrundlage

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden verschiedene Ansätze zur Modellierung von Energiesystemen wiedergeben.

Die Studierenden können die notwendigen Methoden zur Optimierung, der Modellierung von Ökonomien, spieltheoretische Betrachtungen sowie quantitative Systemmodelle in unveränderter Weise reproduzieren.

Sie können die Problematik der Datenbeschaffung einschätzen und die Qualität von Daten einordnen. Darauf aufbauend können die Studierenden Optimierungsprobleme erläutern und aufbauen. Sie sind in der Lage, in der Praxis eingesetzte Modelle in deren Funktion und Aussage einzuordnen und zu bewerten. Ebenso können sie gegebene Problemstellungen einem geeigneten Modellierungsansatz zuordnen.

Lehr- und Lernmethoden:

Vorträge, Präsentationen und Tafelarbeit

Übungsaufgaben werden zunächst von Studierenden selbstständig bearbeitet und dann in Übungsstunde erörtert.

Medienform:

Folgende Medienformen finden Verwendung:

- Rechnergestützte Präsentation für den Vortrag
- Tafelarbeit
- Übungsaufgaben

Literatur:

Thie 2008, Introduction to Linear Programming and Game Theory, Wiley

Bhattacharyya 2011, Energy Economics, Springer

Erdmann 2010, Energieökonomik, Springer

Mankiw 2011 – Economics, South-Western

Bofinger – Grundzüge der Volkswirtschaftslehre, Pearson

Samuelson, Nordhaus 2005 – Economics, McGraw-Hill

Club of Rome – Die Grenzen des Wachstums, 1972

Weitere Literaturempfehlungen in den Vorlesungsunterlagen

Modulverantwortliche(r):

Hamacher, Thomas; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0127: Thermische Kraftwerke | Thermal Power Plants

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2019/20

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer schriftlichen Klausur (Bearbeitungsdauer 90 min). Diese ist in einen Kurzfragenteil (30 min) und einem Berechnungsteil (60 min) aufgeteilt. Im Kurzfragenteil sollen die Studierenden anhand Verständnisfragen demonstrieren, dass sie die thermodynamischen Grundlagen und Bedeutung der Wärmekraftwerke für die Stromerzeugung sowie die Kraftwerksregelung und -einsatzplanung verstehen. Im Rechenteil wird überprüft ob sie Kreislaufrechnungen durchführen können, wichtige Kraftwerkskomponenten (Dampferzeuger, Dampf- und Gasturbine, Verdichter, Pumpe, Kondensator) berechnen oder bewerten können, welche Art von Wärmekraftwerk bei einem gegebenen Last- und Betriebsszenario am besten eingesetzt wird.

Zugelassenes Hilfsmittel ist ein nicht-programmierbarer Taschenrechner.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

keine

Inhalt:

Entwicklung der weltweiten Stromerzeugung aus erneuerbaren, nuklearen und fossilen Energieträgern

Bedeutung thermischer Kraftwerke in der Stromerzeugung (fossile und regenerative Energieträger)

Einfluss einer volatilen Stromerzeugung auf den Kraftwerkspark

Thermodynamische und prozesstechnische Grundlagen

Dampfkraftprozesse

Gasturbinenprozesse

Kombinierte Gas- und Dampfturbinen-Prozesse (Erdgas, Kohle)

Thermische Kraftwerke auf regenerativer Basis (Solar, Geothermie, Biomasse und Abfall)

Einsatzplanung und Regelung von Kraftwerken
Modellbildung und Simulation von Kraftwerksprozessen
Sonderkonzepte
Kernkraftwerke

Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Teilnahme am Modul "Thermische Kraftwerke" sind die Studierenden in der Lage die thermodynamischen Grundlagen und die grundlegende Anlagentechnik der verschiedenen Wärmekraftwerke und die Bedeutung der Wärmekraftwerke für die Stromerzeugung zu verstehen. Sie können thermodynamische Kreislaufrechnungen durchführen sowie wichtige Kraftwerkskomponenten (Dampferzeuger, Dampf- und Gasturbine, Verdichter, Pumpe, Kondensator) berechnen und sind in der Lage Optimierungspotentiale zu erkennen und zu analysieren. Des Weiteren verstehen die Studierenden die Grundlagen der Kraftwerksregelung und -einsatzplanung. Sie können bewerten, welche Art von Wärmekraftwerk bei einem gegebenen Last- und Betriebsszenario am besten eingesetzt wird und sind auch in der Lage grundsätzliche ökonomische Bewertungen der verschiedenen Kraftwerkstypen durchzuführen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die theoretischen Grundlagen zu thermischen Kraftwerken anhand von Vortrag, Präsentation und Tafelanschrieb vermittelt. Beispielhaft werden Probleme aus der Praxis vorgerechnet. Den Studierenden werden ein Skript, eine Formelsammlung sowie eine Aufgabensammlung zugänglich gemacht. Damit sollen die Studierenden lernen, die thermodynamischen Grundlagen und Bedeutung der Wärmekraftwerke für die Stromerzeugung sowie die Kraftwerksregelung und -einsatzplanung zu verstehen. In der Übung werden Aufgaben aus der Aufgabensammlung vorgerechnet. Die Studierenden lernen damit Kreislaufrechnungen durchzuführen, wichtige Kraftwerkskomponenten (Dampferzeuger, Dampf- und Gasturbine, Verdichter, Pumpe, Kondensator) zu berechnen oder zu bewerten, welche Art von Wärmekraftwerk bei einem gegebenen Last- und Betriebsszenario am besten eingesetzt wird. Alle Lehrmaterialien sowie weiterführende Informationen werden online zur Verfügung gestellt. In den Assistentensprechstunden kann individuelle Hilfe gegeben werden.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Skript, Tafelanschrieb, Tablet-PC mit Beamer, Online-Lehrmaterialien

Literatur:

Baehr, H. D.: Thermodynamik - Grundlagen und technische Anwendungen. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2004
Thomas, H.-J.: Thermische Kraftanlagen - Grundlagen, Technik, Probleme. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1985
Strauß, K.: Kraftwerkstechnik zur Nutzung fossiler, nuklearer und regenerativer Energiequellen, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2006

Spliethoff, H.: Power Generation from Solid Fuels. Berlin Heidelberg: Springer, 2009

Modulverantwortliche(r):

Spliethoff, Hartmut; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Übung Thermische Kraftwerke (Übung, 1 SWS)

Backofen G [L], Backofen G, Poblitzki L, Spliethoff H

Thermische Kraftwerke (Vorlesung, 2 SWS)

Backofen G [L], Backofen G, Poblitzki L, Spliethoff H

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0799: Einführung in die Kernenergie | Introduction to Nuclear Energy [NUK 1]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2013

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Klausur, 90 min

Es sind keine Hilfsmittel erlaubt.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Die Vorlesungen und die Skripte werden auf Englisch angeboten.

Jedoch kann auch während der Lehrveranstaltung für Fragen und bei der schriftlichen Prüfung Deutsch verwendet werden.

Die Vorlesung ist geeignet für:

Studierende der Fachrichtungen Maschinenwesen, Physik und Chemie nach dem vierten Semester, welche daran interessiert sind, wie Strahlung angewendet werden kann, sowie der Nutzen radioaktiver Quellen.

Inhalt:

Die Vorlesung zeigt Grundprinzipien der sicheren Produktion von Elektroenergie von mittels Atomreaktoren mit den Hauptthemen:

- Die Rolle der Atomkraft im Energiemix.
- Die Geschichte der Kernkraft und ihre zukünftige Entwickl.
- Die Grundprinzipien der Kernspaltung.
- Die Umwandlung der Kernenergie in Elektroenergie.
- Die gegenwärtigen und zukünftigen Atomreaktordesigns.
- Die Grundprinzipien der nuklearen Sicherheit.
- Die Grundprinzipien der Strahlung und des Strahlenschutzes.

- Der Kernbrennstoffzyklus, Atommüllverarbeitung & Lagerung.

Die Vorlesung hat einen beschreibenden Charakter mit dem Schwerpunkt auf die technisch physikalischen Aspekte der Kernenergieproduktion. Es werden auch einige mathematische Konzepte, Entwicklungen und Grundanwendungsprobleme in den Bereichen der Kernreaktionen, dem Energietransport, der Energieumwandlung und dem Strahlenschutz dargestellt.

Lernergebnisse:

Am Ende des Moduls sind die Studierenden in der Lage folgendes zu verstehen:

- Wie Nuklear Energie heutzutage produziert wird
- Die physikalischen Gesetze auf welchen die Produktion von Nuclear Energie beruht
- Wie Kernkraft-Systeme arbeiten
- Grundlegende Konzepte von Strahlung und Strahlenschutz
- Die Grundlage der nuklearen Sicherheit
- Die wirtschaftlichen Probleme und Perspektiven der Kernenergie heute und in Zukunft

Lehr- und Lernmethoden:

- Vorlesung mit Powerpoint Material (Präsentationen)
- intensive Nutzung der Tafel zur Erklärung der Konzepte

Interaktive Klasse:

Studenten werden ermutigt Fragen zu stellen und der Professor fragt auch häufig die Studenten

Medienform:

- gedrucktes Skript mit Vorlesungsinhalten
- gedrucktes Material aus dem Internet
- Kopien von nützlichen Lernmaterialien aus Büchern

Literatur:

Fundamentals of Nuclear Science and Energy, J.K. Shultis, R.E. Faw

Introduction to Nuclear Engineering, J.R. Lamarsh and A. J. Baratta

Nuclear Energy, D. Bodanski

Modulverantwortliche(r):

Macián-Juan, Rafael; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Einführung in die Kernenergie (MW0799) (Vorlesung, 3 SWS)

Macián-Juan R [L], Macián-Juan R

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0884: Grundlagen der Nukleartechnik | Fundamentals of Nuclear Engineering [NUK 2]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2011/12

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Schriftliche Prüfung (Klausur, 90 min)

Die Studenten dürfen während der Prüfung einen wissenschaftlichen Taschenrechner benutzen; hilfreiche Formeln werden in der Prüfung angegeben.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Die Vorlesung richtet sich an:

Studenten aus dem Maschinenbau, der Physik und der Chemie ab dem vierten Semester, die mehr über die technischen Grundlagen der Gestaltung und der Sicherheitsanalyse nuklearer Systemen lernen möchten.

Vorlesungssprache:

Die Vorlesung wird in Englisch gehalten. Ebenso sind die meisten Vorlesungsmaterialien in Englisch, jedoch können während der Vorlesung Fragen auch in Deutsch gestellt, sowie die Prüfung in Deutsch abgelegt werden.

Inhalt:

Die Vorlesung stellt eine Einführung in die grundlegenden mathematischen Modelle und technischen Konzepte dar, die bei der Gestaltung kerntechnischer Systeme, sowie deren Sicherheitsbewertung, verwendet werden.

Es werde getrennt Vorlesungen und Übungen durchgeführt

Schwerpunkte der Vorlesung:

Die Vorlesung dient als Einführung in die:

- Grundlagen zur Gestaltung und der Analyse des Neutronenverhaltens
- Konzepte und Gebrauch von Wirkungsquerschnitten (cross sections)
- Modellierung des Neutronenverhaltens im Reaktor
- Dynamik-Modelle für den Kernreaktor
- Grundlagen der thermo-hydraulischen Gestaltung und Analyse
- Thermische und hydro-dynamische Beschreibung eines Kernreaktors
- Einführung in forschungs- und industrierelevante Computermodelle
- Grundlagen der Radioaktivität und der Strahlungsabschirmung
- Zerfallsmodelle
- Grundprinzipien des radioaktiven Schutzes und der radioaktiven Abschirmung
- Grundlagen der modernen Leichtwasserreaktor-Technologie
- Komponenten eines modernen Kernkraftwerks
- Einführung in die Sicherheitsanalyse kerntechnischer Systeme

Das Ziel der Vorlesung ist es, den Studenten mit einem grundlegenden Wissen über die mathematischen und technischen Zusammenhänge eines kerntechnischen Systems auszustatten. Die Themen und Inhalte sollen, von dem Standpunkt eines Ingenieurs aus gesehen, die notwendigen Informationen zum Verständnis über die Arbeitsweise eines nuklearen Systems vermitteln.

Übungen, Problemstellungen und Seminare werden die Theorie abrunden. An zahlenmäßigen Beispielen wird die tatsächliche Anwendung, der in der Vorlesung vorgestellten wichtigen Themen, veranschaulicht.

Falls es Zeit und Möglichkeit erlauben, sind Exkursionen zu einigen themenrelevanten Anlagen und Einrichtungen geplant.

The course will present the fundamental physical concepts and mathematical models used in Nuclear Engineering.

The objective is to provide the necessary information and make use of it in the solution

of practical exercises to be able to understand:

Main topics:

- Fundamental concepts of nuclear reactor design
- The physics of nuclear reactions
- The mathematical and physical models used to describe the behavior of nuclear reactors
- The models utilized to design and analyze the thermal behavior of nuclear reactors
- Basic concepts of radiation and radiation protection
- Fundamental concepts of radiation shielding
- The fundamentals of Nuclear Power Reactor Technology

Lernergebnisse:

Am Ende des Moduls sind die Studierenden in der Lage zu verstehen:

Die Technik- und Design-Basics von:

- * Nukleare Reaktoren
- * Wärme-Hydraulisches Verhalten von Kernreaktoren
- * Strahlenschutz

Lehr- und Lernmethoden:

- Vorlesung mit Powerpoint Material (Präsentationen)
- intensive Nutzung der Tafel zur Erklärung der Konzepte

Interaktive Klasse:

Studenten werden ermutigt Fragen zu stellen und der Professor fragt auch häufig die Studenten

Medienform:

- gedrucktes Skript mit Vorlesungsinhalten
- gedrucktes Material aus dem Internet
- Kopien von nützlichen Lernmaterialien aus Büchern

Literatur:

Nuclear Reactor Analysis

J.J.Deuderstadt, L.J. Hamilton

Fundamentals of Nuclear Science and Energy,

J.K. Shultis, R.E. Faw

Introduction to Nuclear Engineering,
J.R. Lamarsh and A. J. Baratta

Nuclear Energy - Principles, Practices and Prospects
D. Bodansky

Modulverantwortliche(r):

Macián-Juan, Rafael; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1353: Strahlung und Strahlenschutz | Radiation and Radiation-Protection [NUK 7]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2011/12

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

schriftliche Prüfung (90 min), Lösung von Anwendungsaufgaben.
Es sind keine Hilfsmittel zugelassen.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Die Vorlesung ist geeignet für Studenten der Fachrichtungen Maschinenwesen, Physik und Chemie nach dem vierten Semester mit Interesse am Fachgebiet der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes.

Inhalt:

Die Vorlesung gibt eine Einführung in die Grundlagen der Strahlungsphysik und des Strahlenschutzes. Es wird gezeigt, wie ionisierende Strahlung beschrieben und experimentell/ praktisch kontrolliert wird, und wie man Schutzeinrichtungen entwirft, durch Einführung und praktische Anwendung der wichtigsten mathematischen und numerischen Methoden, die heutzutage beim Design und der Analyse von Strahlenschutzanlagen verwendet werden.

Hauptthemen:

- Charakterisierung von Strahlung und ihrer Quellen
- Wechselwirkung von Strahlung mit Materie: Photonen, Elektronen, Neutronen, Ionen
- Methoden zur Bestimmung der Strahlendosis
- Deterministische und stochastische (Monte-Carlo) Methoden für Strahlenabschirmung und -schutz
- Strahlenschutzbestimmungen und Gesetze in Deutschland und Europa

Die Vorlesungen und die Skripte werden auf Englisch angeboten.
Jedoch kann auch während der Lehrveranstaltung für Fragen und bei der schriftlichen Prüfung Deutsch verwendet werden.

Weitere Information unter www.ntech.mw.tum.de

Lernergebnisse:

Ziel der Vorlesung ist es, den Studenten das notwendige Wissen zu vermitteln, was Strahlung ist, wie sie sich ausbreitet und mit Materie wechselwirkt, wie man Strahlung misst und wie man Strahlenschutzeinrichtungen konzipiert. Praktische Übungen werden die Konzepte und Techniken veranschaulichen. Am Ende der Vorlesung sollte der Student fähig sein, Strahlenbelastung zu quantifizieren und einen Strahlenschild zu konzipieren.

Lehr- und Lernmethoden:

- Vorlesung mit Powerpoint Material (Präsentationen)
- intensive Nutzung der Tafel zur Erklärung der Konzepte

Interaktive Klasse:

Studenten werden ermutigt Fragen zu stellen und der Professor fragt auch häufig die Studenten

Medienform:

- gedrucktes Skript mit Vorlesungsinhalten
- gedrucktes Material aus dem Internet
- Kopien von nützlichen Lernmaterialien aus Büchern

Literatur:

Grundkurs Strahlenschutz
C. Grupe

Introduction to Nuclear Engineering
J.R. Lamarsh

Nuclear Reactor Analysis
J.J. Duderstedt

Particle Detectors
C. Grupe; B. Schwartz

R. Becker

Theorie der Wärme

Modulverantwortliche(r):

Macián-Juan, Rafael; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Strahlung und Strahlenschutz - Übung (Übung, 1 SWS)

Macián-Juan R [L], Li X

Strahlung und Strahlenschutz (Vorlesung, 2 SWS)

Macián-Juan R [L], Macián-Juan R

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1814: Solarthermische Kraftwerke | Solarthermal Power Plants

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2013/14

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 90	Eigenstudiums- stunden: 60	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen Prüfung (90 min) sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Problemstellungen anzuwenden und auf weiterführende Aufgabenstellungen zu übertragen.
Zugelassene Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner, handschriftliche Formelsammlung (1 Blatt oder zwei Einzelseiten).

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

In der Vorlesung werden Konzepte zur Wärmeengewinnung aus Sonnenenergie vorgestellt, bewertet und miteinander verglichen. Darauf aufbauend werden dann klassische und innovative Kreislaufkonzepte zur Verstromung der Solarenergie, wie etwa in ORC-Prozessen oder Kalina- und Flash-Systemen, behandelt.

*Einführung: Begriffserklärung und Potentiale

*Konzentrierende Solarkollektoren: Kollektorgeometrien und Funktionsweisen, Kollektoraufbau, solarthermische Kraftwerkskonzepte

*Kreisprozesse: Wirkungsgrade, Vorstellung thermodynamischer Kreisprozesse, Hybridkonzepte/ Kombikraftwerke

Wärmeträger- und Arbeitsmedien: Grundlagen und Übersicht verfügbarer Wärmeträger, Herstellungsprozesse, Eigenschaften von Thermalölen, Anwendungsgebiete, Charakterisierung von Organic Rankine Cycle Arbeitsmedien, Silikonöle und Salzschnmelzen als Wärmeträger

*Energiespeicherung: Übersicht über mechanische, elektrochemische, thermische und chemische Speicher, Speicher in solarthermischen Kraftwerken

*Wirtschaftlichkeit: Grundlagen der Wirtschaftlichkeitsrechnung, Annuitätenmethode, Kostenarten, EEX, CO₂-Zertifikatshandel, spezifischer Investitionskostenvergleich, Stromentstehungskosten, Marktentwicklung, gesetzliche Rahmenbedingungen

Lernergebnisse:

Nach Besuch der Modulveranstaltung haben die Studenten ein tiefgehendes Verständnis von solarthermischen Kraftwerken, sowie von konventionellen und innovativen Kreislaufkonzepten zur Stromwandlung von Solarenergie. Darüber hinaus erhalten die Studenten einen Einblick in die Eigenschaften von Wärmeträger- und Arbeitsmedien in Kreisprozessen. Die Studenten haben einen Überblick über Technologien zur Energiespeicherung mit dem Fokus auf der thermischen Einspeicherung erhalten.

Weiterhin haben die Studenten Einsicht in die wirtschaftlichen Faktoren von solarthermischen Kraftwerken erhalten.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte mittels Vortrag und PowerPoint-Präsentation vermittelt. Eine Übung vertieft die Vorlesungsinhalte

Medienform:

Vortrag, Präsentationen, Handout der PowerPoint-Folien

Literatur:

* Incropera, F.: Fundamentals of heat and mass transfer, Wiley 2002, ISBN 0-471-38650-2
Vogel, W.; Kalb, H.: Large-Scale Solar Thermal Power, Wiley-VCH 2010, ISBN 978-3-527-40515-2
* Duffie, J.A.: Solar engineering of thermal processes, Wiley & Sons 2006, ISBN 0-471-69867-9

Modulverantwortliche(r):

Spliethoff, Hartmut; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Übung zu Solarthermische Kraftwerke (MW1814) (Übung, 1 SWS)

Biber A [L], Wieland C, Biber A, Schweiger B

Solarthermische Kraftwerke (MW1814) (Vorlesung, 2 SWS)

Wieland C [L], Biber A, Wieland C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2152: Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems | Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2013/14

Modulniveau: Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Grading is based on a written exam, of a duration 90 min. Students should demonstrate their knowledge of the principal topics of the course, including wind turbine aerodynamics, aeroelasticity, regulation & control, simulation and design. The exam is composed of about 10-15 questions, each one worth a certain number of points, for a total of 100 points. Questions will include multiple-choice answers, open questions and exercises. Detailed instructions on the exam will be given both at the beginning and at the end of the course. A review lecture will be offered at the end of the course to highlight the main concepts and help students prepare for the exam.

No aids are allowed during the exam, i.e no notes nor calculators, PCs, smartphones, etc.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Basic knowledge in engineering mechanics and aerodynamics.

Inhalt:

The course offers a broad introduction to the engineering principles underlying the operation of wind turbines, as well as their design. The course is organized in the following five main modules:

" Introduction: introduction to wind energy, and overview of wind energy systems and wind turbines; the wind resource and its characteristics; anatomy of a modern wind turbine; wind turbine components; electrical aspects.

" Wind turbine aerodynamics: overview of rotor aerodynamics; one-dimensional momentum theory and Betz limit; wake swirl; airfoils; blade element momentum theory, dynamic inflow; unsteady corrections, blade tip and hub losses, dynamic stall, stall delay and three-dimensional effects; deterministic and stochastic wind models.

" Dynamics and aeroservoelasticity: rigid and elastic flapping and lagging blade; the rotor as a filter, aerodynamic damping, flutter, limit cycle oscillations; loads; stability analysis; aeroservoelastic models of wind turbines; aeroservoelastohydroelastic models for off-shore applications.

" Wind turbine control: overview and architecture of wind turbine control systems; on-board sensors; supervisory control; regulation strategies; trimmers, load-reducing control, dampers; load and wind observers.

" Wind turbine design: overview of design criteria and certification guidelines; aerodynamic design; structural design; design and choice of sub-systems and components.

Lernergebnisse:

After successfully completing the course, students will have an understanding of all main physical processes underlying the energy conversion process from wind. In addition, they will be able to apply their knowledge for giving qualitative explanations of key phenomena and for making some relevant quantitative predictions. For example, students will be able to analyze wind turbine performance and dynamics response, and to demonstrate the main strategies used for controlling these machines over their complete operating range. A specific goal of the course is to provide students with a multidisciplinary vision on the physics of wind energy systems, and to make them able to apply the explained methods to relevant problems. A particular emphasis will be placed on design, so that students will be able to evaluate the effects of design choices on the cost of energy.

Lehr- und Lernmethoden:

The course includes teaching lectures, which cover all theoretical content of the course and that are delivered with a teacher-centered style. The lectures are delivered with the help of slides, which include text, equations, figures, sketches and occasionally movies, as necessary in order to explain specific concepts or physical processes. Relevant examples from real-life wind energy applications will be given, whenever necessary or useful. The lecturer will annotate the slides or use the blackboard to help clarify some specific aspects, as necessary to ensure clarity and completeness of exposition. Review of background material is offered at the beginning of the course, to ensure that all students have the necessary knowledge and terminology.

The course also includes exercise sessions, whose role is to consolidate and deepen the understanding of topics presented in the teaching lectures. Exercise sessions are typically initiated with a short review (given by the teacher with the help of dedicated slides) of the theory or methods explained in the lecture sessions. After the review, exercise sessions are continued with student-centered work, where students solve practical problems (for example dealing with the formulation of regulation strategies, the assessment of the vibratory behavior of a rotor, or the analysis of its performance) using computer programs. Students are encouraged to use their own individual learning methods, and to take advantage of the exercise sessions to reinforce and ease the understanding of the course main topics.

All course content is described and explained in self-contained lecture notes and support material, which are made available to the students at the beginning of the course. The course material

covers also the exercise sessions, and it is complemented by computer programs and all necessary data.

Medienform:

The following kinds of media are used:

- Class room lectures
- Lecture notes (handouts)
- Exercises with solutions as download

Literatur:

Course material will be provided by the instructor.

Additional recommended literature:

" T. Burton, N. Jenkins, D. Sharpe, E. Bossanyi, Wind Energy Handbook, Wiley, 2011.

" J. F. Manwell, J.G. McGowan, A.L. Rogers, Wind Energy Explained, Theory, Design and Application, Wiley, 2012.

Modulverantwortliche(r):

Bottasso, Carlo; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems (Vorlesung, 2 SWS)

Bottasso C [L], Anand A, Bottasso C, Mühle F, von Braunbehrens R

Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems (Übung, 1 SWS)

Bottasso C [L], Anand A, Mühle F, von Braunbehrens R

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2244: Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen mit Seminar | Energy from Biomass and Residuals with Seminar

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2019

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer Übungsleistung, die sich aus einer mündlichen Prüfung (Dauer 30 min, Einzelprüfung, keine Hilfsmittel) und einer Gruppenarbeit (Seminar) zusammensetzt. Die Gruppenarbeit wird anhand der Abgabe eines Abschlussberichtes sowie einer zehn minütigen Abschlusspräsentation bewertet. Die Bewertung der Seminarnote erfolgt zu 60% zu Gunsten des Berichtes und zu 40% zu Gunsten der Präsentation. Die Gesamtnote für das Modul ergibt sich aus der Bewertung der Seminararbeit zu 40% und der mündl. Prüfung zu 60% (gewichtet entsprechend nach ECTS).

In der mündlichen Prüfung sollen die Studierenden nachweisen, dass sie die Rahmenbedingungen und Mechanismen der unterschiedlichen Arten zur energetischen Nutzung von Biomasse und Reststoffen verstehen und auf unterschiedliche Problemstellungen anwenden können. Dazu zählen z. B. biologische Umsetzungsverfahren wie Fermentation, thermochemische Umwandlungsverfahren wie Verbrennung oder Vergasung oder physikalische Umwandlungsverfahren wie Zerkleinern oder Trocknen sowie anschließende Prozesse zur Erzeugung von Strom, Wärme und Treibstoffe. Dazu soll ein Verständnis für unterschiedliche Arten von Biomasse und Reststoffen sowie ihr bevorzugtes Einsatzfeld entwickelt werden.

In der Gruppenarbeit entwickeln die Studierenden selbstständig ein spezifisches energetisches Nutzungskonzept für Biomasse und bewerten dieses anschließend techno-ökonomisch sowie ökologisch. Das Nutzungskonzept soll einen realen Standort mit der Nutzung lokal verfügbarer Biomasse und sinnvoller Endenergieeinbringung abbilden. Dadurch zeigen die Studierenden, dass sie in der Lage sind in der Vorlesung erlangtes Wissen auf ein reales Beispiel unter den entsprechenden wirtschaftlichen, rechtlichen und technischen Rahmenbedingungen anzuwenden. Das erarbeitete Konzept wird im Rahmen eines Abschlussberichtes zusammengefasst und anschließend in einer Abschlusspräsentation vor einer Jury aus Wirtschafts- und Wissenschaftsvertretern vorgestellt. Zum Abschluss wird das am besten bewertete Konzept gekürt. Lernziel ist es fachlich ausgearbeitete Zusammenhänge mündlich zu präsentieren und überzeugend Außenstehenden vorzutragen.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

keine

Inhalt:

Die Vorlesung behandelt die Möglichkeiten und Rahmenbedingungen für die energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen.

Im ersten Teil der Vorlesung werden Konzepte zur Nutzung biogener Stoffe und zur Entsorgung von Reststoffen vorgestellt. Neben konventionellen Nutzungskonzepten für die Wärme- und Stromerzeugung werden auch innovative Konzepte wie Vergärung, Pyrolyse und Vergasung, die Herstellung von Treibstoffen und die Anwendung neuer Technologien wie Brennstoffzelle, ORC-Prozess und Stirlingmotor behandelt.

Der zweite Teil der Vorlesung behandelt die verfahrenstechnischen Grundlagen dieser Konzepte. Dabei stehen vor allem technologische Probleme bei Verbrennung und Vergasung verschiedener Brennstoffe und die Brennstofflogistik im Vordergrund.

Im begleitenden Seminar "Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen" steht die Planung dezentraler Versorgungs- und Entsorgungsanlagen im Mittelpunkt. Dabei sollen von den Teilnehmern individuell gewählte Beispiele ausgearbeitet und anhand einer Wirtschaftlichkeitsrechnung und der genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen beurteilt werden.

Lernergebnisse:

Nach Teilnahme am Modul „Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen mit Seminar“ verstehen Studierende die Rahmenbedingungen und Mechanismen bei der biologischen, physikalischen und thermo-chemischen Umwandlung von Biomasse. Sie sind in der Lage, konventionelle und innovative Konzepte (z. B. Vergärung, Pyrolyse und Vergasung) unter Berücksichtigung wirtschaftlicher und genehmigungsrechtlicher Rahmenbedingungen hinsichtlich der Einsetzbarkeit zur Bereitstellung von Wärme und Strom zu analysieren.

Sie können vorhandene und neue Konzepte hinsichtlich technischer, wirtschaftlicher und ökologischer Machbarkeit bewerten, sowie eigene, auch neuartige Konzepte zur Bereitstellung und energetischen Nutzung von Biomasse entwerfen und die Absatzwege und -strategien der erzeugten Endenergie planen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die theoretischen Grundlagen durch Vortrag, Präsentation, Tafelanschrieb, Verwendung von Multimedia-Komponenten (Filme und Animationen) sowie Funktionsmodelle vermittelt. Den Studierenden werden die Inhalte der Vorlesung durch ein gedrucktes Skript, sowie durch Multimediakomponenten im eLearning-Portal zugänglich gemacht. Im Rahmen des Seminars werden die Grundlagen durch Vortrag und Tafelanschrieb vermittelt. Die Studierenden erhalten ebenso ein Skript mit den Inhalten des Vortrags sowie Arbeitsunterlagen mit Formelsammlung, Datentabellen etc. Im Rahmen des Seminars erarbeiten die Studierenden selbständig Konzepte zur energetischen Nutzung von Biomasse und bewerten die Konzepte

hinsichtlich der technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Darstellbarkeit. Am Ende des Seminars findet eine Abschlussveranstaltung mit gemeinsamer Präsentation der ausgearbeiteten Konzepte vor einer Fachjury statt.

Zudem erfolgt im Rahmen der Vorlesung eine Exkursion zu einer Biomasse-Konversionsanlage (z.B. Heizkraftwerk, Kläranlage, Vergasungskraftwerk, ...). Hier können die Studenten erlernte Sachverhalte an real existierenden Anlagen wiederfinden und zur Anwendung bringen.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Handzettel, Tafelanschrieb, Online-Lehrmaterialien (Multimedia), Seminarvorträge der Studenten

Literatur:

Karl, J.: Dezentrale Energiesysteme. 2. Aufl., München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2006
Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe (Hrsg.): Leitfaden Bioenergie - Planung, Betrieb und Wirtschaftlichkeit von Bioenergieanlagen. Gülzow, 2006
Kaltschmitt, M: - Energie aus Biomasse (2009)

Modulverantwortliche(r):

Spliethoff, Hartmut; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen (Vorlesung, 2 SWS)
Fendt S [L], Spliethoff H, Ewald A, Fendt S, Johne P

Seminar zu Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen (Übung, 1 SWS)

Johne P [L], Spliethoff H, Ewald A, Fendt S, Johne P

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2392: Strom- und Wärmespeicher im Energiesektor | Electricity and Thermal Storage in the Energy Sector [SWS]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2018/19

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Das Modul wird mit zwei Modulteilprüfungen abgeschlossen. In einer 90 minütigen, schriftlichen Klausur zu Semesterende (Prüfungsleistung, 100 % der Modulnote) wird anhand von Verständnisfragen, Rechen-, Auslegungs- und Dimensionierungsaufgaben überprüft, ob die Studierenden die Grundlagen und die Technologie aktueller Strom- und Wärmespeicher verstanden haben, konkrete Speicherkonzepte bewerten können und je nach Anforderungsprofil des Einsatzgebietes geeignete Speicher auswählen und dimensionieren können. Während des Semesters absolvieren die Studierenden eine Übungsleistung (Studienleistung, bestanden/ nicht bestanden). Bestandteile davon sind Kurzvorträge zum Ende des Semesters (ein Vortrag, Dauer etwa 5 Minuten) über zu bearbeitende Recherche Hausaufgaben. Damit weisen die Studierenden nach, dass sie, aufbauend auf den in der Vorlesung vermittelten Grundlagen, aktuelle Entwicklungen in der Forschung zu einem vorgegebenen Thema eigenständig recherchieren, zusammenfassen und in kompakter Form präsentieren können.

Im Hinblick auf kompetenzorientiertes Prüfen ist die Aufteilung in zwei Modulteilprüfungen innerhalb dieses Moduls zwingend erforderlich, da der Nachweis, dass die Studierenden in der Lage sind die aktuelle Forschung in der Speichertechnik eigenständig nachvollziehen und einordnen können, nicht durch das Bearbeiten von Rechen- und Verständnisfragen in begrenzter Zeit, wie es im Rahmen einer schriftlichen Prüfung gehandhabt wird, möglich ist.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse in Thermodynamik, Wärmeübergang, Energiesysteme und Kraftwerkstechnik

Inhalt:

Durch die Teilnahme an der Vorlesung sollen die Studierenden einen Überblick über etablierte sowie innovative Technologien zur Strom- und Wärmespeicherung erhalten. Es werden Grundlagen sowie Funktionsweise, Anwendungsgebiete und Grenzen der unterschiedlichen Speicheroptionen vermittelt und Modelle zur Auswahl und Bewertung der Speicher vorgestellt. Anfangs wird auf die Bedeutung von Energiespeicher für das Erreichen von klimapolitischen Zielen eingegangen. Basierend darauf wird der Speicherbedarf abgeleitet und die verschiedenen Speicheroptionen bewertet.

Zunächst werden Konzepte zur Stromspeicherung vorgestellt, bewertet und miteinander verglichen, wie bspw. Pumpspeicher, Druckluft-speicher und Batterien. Vor dem Hintergrund der zunehmenden Bedeutung von Wärmespeichern behandelt der zweite Teil der Vorlesung Wärmespeicher. Schwerpunkt liegt dabei auf Hochtemperaturspeicher für Kraftwerks- und industrielle Anwendungen. Es werden zuerst die Grundlagen der Wärmespeicherung und die damit verbundenen thermodynamischen und konstruktiven Aspekten erarbeitet. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wird die Einbindung in ausgewählte Anwendungsfallen untersucht, wie z.B. Solarkraftwerke, Kohle & Gas-Kraftwerke und CAES.

Ergänzend und vertiefend werden die Grundlagen der Auslegung und Dimensionierung verschiedener Speichersysteme diskutiert und im Rahmen einer Übung angewandt.

Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Teilnahme an der Modelveranstaltung:

- (1) haben die Studierenden ein tiefergehendes Verständnis des Speicherbedarfs, des Einsatzgebietes und der Technologie aktueller Strom- und Wärmespeicher erworben,
- (2) sind die Studierenden in der Lage, die einzelnen Speicherkonzepte in Bezug auf die Faktoren Leistung, Wirkungsgrad, Einsatzmöglichkeiten und Grenzen zu bewerten,
- (3) sind die Studierenden in der Lage, je nach Anforderungsprofil des Einsatzgebietes einen geeigneten Speicher auszuwählen und zu dimensionieren,
- (4) sind die Studierenden in der Lage, aktuelle Forschungstrends im sich schnell entwickelnden Feld der Strom- und Wärmespeichern zu verstehen, und eigenständig bewerten zu können.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung (Frontalunterricht) werden die Grundlagen der Strom- und Wärmespeicher im Energiesektor mit medialer Unterstützung durch eine Power Point Präsentation vermittelt. Während des Semesters erlangen die Studierenden überdies hinaus ein tiefgehendes Verständnis über den Speicherbedarf, die Einsatzgebiete und die Technologie aktueller Strom- und Wärmespeicher durch Selbststudium, d.h. Lesen und Aufbereiten von Buchabschnitten und/oder Fachartikeln und durch die Vorbereitung von Kurzvorträgen über zu bearbeitende Hausaufgaben. Die dafür zur Verfügung gestellten Themen und aufzubereitenden Aufgaben werden in der Vorlesung vom Dozenten vorgestellt und gemeinsam diskutiert. In der Übung werden die Aspekte der Vorlesung zusätzlich vertieft. Zur Vermittlung praktischer Inhalte zur Auslegung und Dimensionierung verschiedener Speichersysteme werden entsprechende Übungsaufgaben bereitgestellt, die von den Studierenden selbstständig gelöst werden. Die Ergebnisse werden anschließend zusammen diskutiert.

Medienform:

Vortrag, Präsentation (Skript), Tafelanschrieb, Übungsaufgaben

Literatur:

Hauer, A.; Hiebler, S.; Reuß, M.: Wärmespeicher, Fraunhofer Irb Stuttgart 2013, ISBN 10: 381678366X

Sternner, M.; Stadler, I.: Energiespeicher – Bedarf – Technologien – Integration, Springer Vieweg 2014, ISBN 978-3-642-37380-0

Modulverantwortliche(r):

Spliethoff, Hartmut; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Strom- und Wärmespeicher im Energiesektor (Vorlesung, 2 SWS)

Kerscher F [L], Wieland C, Spliethoff H, Hauck M, Kerscher F, Steinrücken B

Übung zu Strom- und Wärmespeicher im Energiesektor (Übung, 1 SWS)

Steinrücken B [L], Hauck M, Kerscher F, Spliethoff H, Steinrücken B, Wieland C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2428: Solar Engineering | Solar Engineering [SolEng]

Methoden der thermischen und elektrischen Solarenergienutzung

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2020

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer schriftlichen Klausur (90 min). Sie besteht aus zwei zeitlich aufeinander folgenden Teilen: einem Theorie- und einem Berechnungsteil.

Der Theorieteil dauert 45 min und findet ohne zusätzliche Hilfsmittel statt. Im Theorieteil soll nachgewiesen werden, dass ausgehend von den Grundlagen des Wärmetransports, insbesondere des Wärmetransports durch Strahlung, die Funktionsweise der in der Vorlesung diskutierten Varianten zur Nutzung von Solarenergie verstanden wurde. Darüber hinaus sollen verschiedene Leistungskennzahlen solcher Anlagen aus dem Gedächtnis abgerufen werden können, um eine grobe Auslegung von Solaranlagen sowie eine fundierte Diskussion verschiedener Anlagenvarianten zu ermöglichen.

Der Berechnungsteil dauert ebenfalls 45 min und findet mit einer vom Lehrstuhl zur Verfügung gestellten Formelsammlung und einem Taschenrechner als Hilfsmittel statt. Im Berechnungsteil werden verstärkt die thermodynamischen und elektrotechnischen Grundlagen beim Einsatz von Solaranlagen geprüft. Das Ziel ist es, quantitative Aussagen zur Betriebsweise und zum Betriebsverhalten von Solaranlagen unterschiedlicher Bauweisen auch in untypischen Betriebspunkten oder an ungewöhnlichen Standorten treffen zu können, um letztlich die Auslegung von Anlagen für beinahe beliebige Anwendungen zu ermöglichen.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Wärmetransportphänomene, Thermodynamik, Grundlagen der Elektrotechnik.

Inhalt:

Fachliche Inhalte:

1. Überblick zur Nutzung von Solarenergie,
2. Grundlagen der Wärmestrahlung und der Solarstrahlung,
3. Mechanik der relativen Sonnenpositionen,
4. Solarthermische Flachkollektoren,
5. Konzentrierende thermische Solarsysteme,
6. Grundlagen der Photovoltaik,
7. Anwendungen der Photovoltaik.

Fachpraktische Inhalte:

Praktische Hinweise zur Integration von Solarsystemen in Gebäuden und Kennenlernen von aktuellen Systemen auf dem Markt (Teilnahme an einer Exkursion zur Solarmesse).

Fachübergreifende Inhalte:

Ingenieurtechnische Abschätzungen rund um das Thema Energie und Leistung.

Methodische Inhalte:

Ingenieurtechnische Herangehensweise an Problemstellungen zum Thema Solarenergie.

Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, die Entwicklung der erneuerbaren Energien, insbesondere der Solarenergie vor dem Hintergrund der allgemeinen Energiesituation in Deutschland bzw. weltweit zu bewerten. Auf Grundlagenwissen wird im Rahmen des Moduls ein starker Fokus gelegt, was den Studierenden auch über das Modul hinaus erlaubt, sehr schnell thermodynamische Abschätzungen zu entwickeln und übergeordnete Zusammenhänge zu verstehen.

Das Modul greift Grundlagenwissen aus Modulen des Bachelorstudiums wie der Thermodynamik, des Wärmetransportes oder der Elektrotechnik auf. Dies erlaubt den Studierenden die Möglichkeit, das erlangte Wissen zu vertiefen und anzuwenden sowie schließlich eigene Ideen in Richtung Solarenergienutzung zu entwickeln. Eine Vertiefung des Themas "Wärmetransport durch Strahlung" hilft den Studierenden zu verstehen, wie sich Strahlungsphänomene allgemein und Solarstrahlung im Speziellen analysieren lassen.

Ein Alleinstellungsmerkmal des Moduls ist auch das Thema "Mechanik der relativen Sonnenpositionen", was nicht nur das Verständnis der Sonnenpositionen in der terrestrischen Solarenergienutzung vertieft, sondern auch die Beobachtung solarer Phänomene im Alltag noch interessanter macht.

Schwerpunkt der Vorlesung ist das Erlernen ingenieurwissenschaftlicher Methoden für die Entwicklung und Bewertung von Systemen zur thermischen und elektrischen Solarenergienutzung. Dies umfasst sowohl thermodynamische bzw. elektrotechnische Auslegungsmethoden als auch ein grundlegendes Verständnis für die Integration von Solarsystemen in Gebäuden.

Der Bezug zur Praxis wird durch die Teilnahme an einer Exkursion verstärkt, was den Studierenden die Möglichkeit gibt, sich auch mit aktuellen Themen aus Industrie und Forschung auseinanderzusetzen und sich mit diesen kritisch auseinanderzusetzen.

Lehr- und Lernmethoden:

Grundsätzlich beinhaltet das Modul drei Lehrformate: Vorlesung, Übung und Exkursion. Im Rahmen der Vorlesung wird auf Interaktion mit den Studierenden großer Wert gelegt. Der Vortragende bekommt so ein direktes Feedback, ob das Lernziel - tief gehendes Verständnis der thermischen und elektrischen Solarenergienutzung - erreicht wurde. Herausstellen und Wiederholen von wichtigen Sachverhalten stellt sicher, dass die Studierenden die richtigen Prioritäten beim Lernen setzen können. Ein Gastvortrag aus der Industrie bringt zusätzlichen Praxisbezug zu den erlernten Methoden. Begleitend zur Vorlesung wird ein Skript zur Verfügung gestellt, in dem alle wichtigen Sachverhalte nochmals im Detail aufbereitet sind.

In der Übung werden die Inhalte der Vorlesung weiter vertieft und direkt angewendet. Es wird den Studierenden eine Aufgabensammlung zur Verfügung gestellt, deren thematische Inhalte mit Studierenden aus früheren Jahrgängen abgestimmt wurden. So ist sichergestellt, dass nicht nur die richtigen fachlichen Themen geübt, sondern auch für Studierende interessante Aspekte behandelt werden. Die Aufgabensammlung beinhaltet sowohl Aufgaben als auch dazugehörige, ausführliche Lösungen, die den Studierenden am Semesteranfang zur Verfügung gestellt werden. So können die Studierende selbst entscheiden, ob die Themen im Eigenstudium durchgearbeitet oder an der Übungsveranstaltung teilgenommen werden soll - auch dieser Modus geht auf Feedback von Studierenden zurück. Ziel des Einübens von Berechnungsaufgaben ist das Erlernen von Kenntnissen zur Dimensionierung und Auslegung von solarthermischen und -elektrischen Anlagen. Ausserdem wird über die Analyse der solaren Strahlungsverhältnisse das Erstellen von Ertragsanalysen für spezielle Solarenergieanwendungen erlernt.

In der Übung wird eine Auswahl von Aufgaben im Detail diskutiert und gerechnet. Die Studierenden werden dazu angeregt, Fragen direkt zu stellen und die Lösung der Aufgaben kritisch zu hinterfragen. Außerdem haben sie die Möglichkeit, auch außerhalb der Übung auf den Übungsleiter zuzugehen und ggf. einen Termin zur Diskussion eines Problems zu vereinbaren.

Medienform:

Vortrag, Folienanschrieb, Präsentation, Vorlesungsskript, Vorlesungsfolien, Übungsskript, alte Prüfungsaufgaben, Online-Umfragen während der Übung.

Literatur:

Das Vorlesungsskript ist ausreichend.
Zusätzlich wird empfohlen:

(1) Duffie, John A.; Beckman, William A.; Solar Engineering of Thermal Processes; John Wiley & Sons; 4th Edition 2013; ISBN: 0-471-51056-4.

(2) Quaschnig, Volker; Regenerative Energiesysteme: Technologie - Berechnung - Simulation; Hanser Verlag, München, 9. Auflage 2015; ISBN: 978-3-446-44333-4.

Modulverantwortliche(r):

Sattelmayer, Thomas; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Energietechnische Maschinen und Komponenten | Energy Technology Machines and Components

Aus dieser Säule sind Module im Umfang von mindestens 20 ECTS zu erbringen.

Modulbeschreibung

CH3063: Angewandte Elektrochemie | Applied Electrochemistry

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

Modulniveau: Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Lernergebnisse:

Lehr- und Lernmethoden:

Medienform:

Literatur:

Bard, A.J. and Faulkner, L.R. (2001) Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications, 2nd edition, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons

Hamann, C.H.; Hamnett, A. and Vielstich, W. (2007) Electrochemistry, 2nd edition, Weinheim: Wiley-VCH

Vielstich, W.; Lamm, A. and Gasteiger, H.A. (2009) Handbook of Fuel Cells, 1st edition, Weinheim: Wiley-VCH

Larminie, J. and Dicks, A.L. (2003) Fuel Cell Systems Explained, 2nd edition, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons

Modulverantwortliche(r):

Gasteiger, Hubert; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

EI0611: Grundlagen Elektrischer Energiespeicher | Basics of Electrical Energy Storage

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2015/16

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Im Rahmen einer 60 minütigen schriftlichen Klausur wird durch das Beantworten von Fragen und Berechnungen an vorgegebenen Speichersystemen überprüft, ob die Studierenden in der Lage sind Speichertechnologien wiederzugeben und anhand eines universellen Speichermodells zu beschreiben.

Während des Semesters sollen fachliche Vertiefungen durch Lesen von Fachartikeln erfolgen. Diese zu lesenden Artikel werden in der Vorlesung diskutiert und sind auch prüfungsrelevant.

Die Endnote setzt sich aus folgenden Prüfungselementen zusammen:

- 100 % Abschlussklausur

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Keine speziellen Anforderungen

Inhalt:

Die Vorlesung vermittelt einen Einblick in die Grundlagen und die Funktionsweise von elektrischen Energiespeichern.

- Einführung, Begriffe, Definitionen
- Abstraktes Speichermodell
- Grundlagen kinetische Speicher (Schwungrad)
- Grundlagen weitere mechanische Speicher (Druckluft, Pumpspeichersystem)
- Grundlagen direkte elektrische Speicher
- Grundlagen Batteriespeicher

- Grundlagen Gasspeicher (Elektrolyse, Methanisierung ...)

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls ist der Hörer in der Lage unterschiedlichen Speichertechnologien und darauf basierende Speichersysteme zu berechnen und zu bewerten, einschließlich eventueller Wandlerysteme, die notwendig sind. Anhand einer abstrakten Betrachtung mit einem universellen Speichermodell vermögen sie eine technologieunabhängige Betrachtung einzusetzen.

Lehr- und Lernmethoden:

Als Lehrmethode wird in der Vorlesung Frontalunterricht, ergänzt durch Gruppendiskussionen, verwendet. Ferner sollen Exponate zur Veranschaulichung eingesetzt werden und einige Zusammenhänge werden auch mittels Animationen gezeigt.

Als Lernmethode wird zusätzlich zu den individuellen Methoden des Studierenden eine vertiefende Wissensbildung durch anschauliche Fallstudienbetrachtungen angestrebt.

Medienform:

Folgende Medienformen finden Verwendung:

- Präsentationen mit Laptop und Beamer
- Tafelanschrieb
- Diskussionen zu Fachaufsätzen und aktuellen Themen, wie Speicher in der Elektromobilität und Speicher für die Energiewende.

Literatur:

Allgemeine Literatur wird in der Vorlesung bekannt gegeben.

Es werden verschiedene Zeitschriftenbeiträge online zur Verfügung gestellt, die dann auch in der Vorlesung diskutiert werden.

Modulverantwortliche(r):

Jossen, Andreas; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Grundlagen Elektrischer Energiespeicher (Vorlesung, 3 SWS)

Jossen A, Rehm M

Grundlagen Elektrischer Energiespeicher (Übung, 1 SWS)

Jossen A, Rehm M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0058: Prozesstechnik in Kraftwerken | Process Technology in Power Plants

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2020

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer schriftlichen Klausur (90 min). Sie orientiert sich an einer praxisrelevanten Aufgabe z.B. zur Umrüstung eines Kraftwerks, zur Problembehebung im Kraftwerk oder zur Dimensionierung eines neuen Kraftwerks. Mit Fragen wird das Verständnis und die Fähigkeit zum Wissenstransfer überprüft, während durch Rechenaufgaben die Anwendung des Erlernten auf themenbezogene Probleme demonstriert werden soll. Die Studierenden sollen also beispielsweise zeigen, dass sie die unterschiedlichen Prozesse in einem Kraftwerk identifizieren und einordnen können sowie einzelne Komponenten unter Anwendung praxisrelevanter Formeln dimensionieren können.

Als Hilfsmittel zugelassen sind ein nicht-programmierbarer Taschenrechner und ein Wörterbuch für ausländische Studierende (welches keine Notizen, Unterstreichungen oder Markierungen enthalten darf).

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Methoden der Energiewandlung und Thermische Kraftwerke (empfohlen)

Inhalt:

Hauptkomponenten thermischer Kraftwerke, d.h. von Systemen mit dem Zwischenschritt Wärme im Energieumwandlungsprozess.

Verbrennung: Aufheizen, Trocknung und Entgasung von Brennstoffen;

Brennstoffe: Kohle, Biomasse und Müll;

Feuerungsarten: Staubfeuerungen, Wirbelschicht- und Rostsysteme;

Dampferzeuger: Konzepte und Schaltungen (Naturumlauf, Zwangumlauf, Zwangdurchlauf), und Verdampfungsprozess (Strömungsformen, Wärmeübergang), Wärmetechnische Auslegung und Wirkungsgrad, Betriebsweise und Regelung (Festdruck- und Gleitdruckbetrieb);
Rauchgasreinigung: (Entstaubung, Entstickung, Entschwefelung);
Vergasung: Kohle und Biomasse, Produktion von Strom und Syntheseprodukten, integrierte CO₂ - Abscheidung.
CO₂-freie Kraftwerkeskonzepte

Lernergebnisse:

Eine Teilnahme am Modul Prozesstechnik in Kraftwerken ermöglicht den Studierenden die unterschiedlichen Prozesse in einem Kraftwerk zu identifizieren und einzuordnen. Sie können zwischen verschiedenen Anwendungsfällen von Technologien differenzieren und wissen über deren Einsatzgebiete. Des Weiteren sind sie in der Lage einzelne Komponenten sowie das Gesamtkraftwerk unter Anwendung empirischer Formeln zu dimensionieren.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die theoretischen Grundlagen zur Prozesstechnik in Kraftwerken anhand von Vortrag, Präsentation und Tafelanschrieb vermittelt. Beispielhaft werden Probleme aus der Praxis vorgerechnet. Den Studierenden werden eine Foliensammlung, eine Formelsammlung sowie eine Aufgabensammlung zugänglich gemacht. Die Studierenden lernen so z. B. die unterschiedlichen Prozesse in einem Kraftwerk auszulegen und zu bewerten. In der Übung werden Aufgaben aus der Aufgabensammlung vorgerechnet. Alle Lehrmaterialien sowie weiterführende Informationen werden online zur Verfügung gestellt. Im Anschluss an die Übung wird die Verinnerlichung des Gelernten anhand von Onlinekurzfragen (Online-TED) überprüft und bei Bedarf die Inhalte noch einmal erläutert. Damit lernen die Studierenden, zwischen verschiedenen Anwendungsfällen von Technologien zu differenzieren und einzelne Komponenten sowie das Gesamtkraftwerk unter Anwendung empirischer Formeln zu dimensionieren. In den Assistentensprechstunden kann individuelle Hilfe gegeben werden.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Handzettel, Tafelanschrieb, Tablet-PC mit Beamer, Online-Lehrmaterialien

Literatur:

Strauß, K. (2009). Kraftwerkstechnik (6. Auflage ed.). Berlin Heidelberg: Springer; Mayr, F. (2005). Kesselbetriebstechnik (11. Auflage). Dr. Ingo Resch GmbH Gräfeling; Spliethoff, H. (2010). Power Generation from Solid Fuels. Berlin Heidelberg: Springer

Modulverantwortliche(r):

Spliethoff, Hartmut; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0066: Motormechanik | Engine Mechanics [VM-MM]

vormals Massen- und Leistungsausgleich von Verbrennungsmotoren

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2011/12

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen Prüfung (90 min) sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Frage- und Problemstellungen anzuwenden.

Als Hilfsmittel zugelassen sind Geodreieck, Lineal und Zirkel; leere Klarsichtfolie; Folienstifte (dokumentenecht, Bleistifte oder Stifte in roter oder grüner Farbe sind nicht erlaubt). Nicht zugelassen sind Formelsammlungen, Taschenrechner und vorgefertigte Kurbelsterne.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Verbrennungsmotoren (MW0137)

Inhalt:

- * Überblick über Kräfte und Momente am Verbrennungsmotor
- * Kolbensekundärbewegung
- * Kräfte und Bewegungen am Kolbenring
- * Reibung im Motor im Allgemeinen und in der Kolbengruppe im Speziellen: Tribologische Grundlagen und Messmethoden
- * Ventiltrieb: Auslegung und Berechnung der Steuerelemente
- * Massenkräfte an verschiedenen Triebwerksbauarten
- * Massenausgleich an Ein- und MehrzylinderMotoren (Reihen- und V-Motoren)
- * Drehmoment- bzw. Leistungsausgleich am Motor
- * Drehschwingungen: Modellvorstellungen, Gefährdungspotential und Maßnahmen zur Vermeidung

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung Motormechanik sind die Studierenden in der Lage...

... die Kräfte und Momente sowie die resultierenden Bewegungen und Schwingungen der Bauteile in Triebwerk und Steuertrieb eines Verbrennungsmotors einzuschätzen und ihren Einfluss auf Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit des Gesamtsystems zu bewerten.

... das Vorgehen bei der Auslegung und Berechnung von Motorkomponenten wie Kolbenringen, Nocken, Ventilen und Ventildfedern nachzuvollziehen und kritische Beanspruchungssituationen zu erkennen.

... die Einflussgrößen auf die motorischen Reibungsverluste zu verstehen und dadurch Ansatzpunkte für die Senkung des spezifischen Kraftstoffverbrauchs herzuleiten.

... praxisnahe Methoden zur Ermittlung der im Kolbenmotor wirkenden Massenkräfte zu verstehen und bei der Auslegung von Bauteilen zu berücksichtigen.

... das gängige Vorgehen zur Auslegung von Massenausgleichssystemen für Verbrennungsmotoren auf verschiedene übliche Motorbauformen anzuwenden.

... die Entstehung von Drehschwingungen am Motor zu verstehen und Maßnahmen zu ihrer Vermeidung auf konkrete Beispiele anzuwenden.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Tablet-PC vermittelt. Die Theorie wird durch Anwendungsfälle erläutert und mit Hilfe von Rechenbeispielen gefestigt, Erfahrungen und Probleme aus der Praxis werden vorgestellt, diskutiert und gerechnet.

Alle Lehrmaterialien sowie weiterführende Informationen werden kostenfrei in der Vorlesung verteilt oder werden online zur Verfügung gestellt. In den Assistentensprechstunden kann individuelle Hilfe gegeben werden.

Medienform:

- * Vortrag
- * Präsentation
- * Tablet-PC mit Beamer
- * Online-Lehrmaterialien
- * Skript

Literatur:

[1]BENSINGER, W.-D.: Die Steuerung des Gaswechsels in schnelllaufenden Verbrennungsmotoren. Springer-Verlag, 1955.

[2]BOHNER, M.; FISCHER, R.; GSCHIEDLE R.; KEIL W.;LEYER S.;SAIER W.; SCHLÖGL B.; SCHMIDT H.; SIEGMAYER P.; WIMMER A.; ZWICKEL H.: Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik. Europa Lehrmittel, 2001.

[3]BRONSTEIN I.N.; SEMENDJAJEW, K.A.; MUSIOL, G.; MÜHLIG H.: Taschenbuch der Mathematik. Verlag Harri Deutsch, 2001.

[4]KÖHLER, E.; FLIERL, R.: Verbrennungsmotoren. Vieweg ATZ/ MTZ-Fachbuch, 2006.

[5]KÜNTSCHER, V.; HOFFMANN, W.: Kraftfahrzeugmotoren. Vogel, 2006.

[6]MAAS, H.; KLIER, H.: Kräfte, Momente und deren Ausgleich in der Verbrennungskraftmaschine. Springer, 1981.

Modulverantwortliche(r):

Jaensch, Malte; Prof. Ph.D.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0138: Motorthermodynamik und Brennverfahren | Thermodynamics of Internal Combustion Engines and Combustion Processes [VM-TB]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2011/12

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen Prüfung (90 min) sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Frage- und Problemstellungen anzuwenden.

Als Hilfsmittel sind ein nicht-programmierbarer Taschenrechner, Geodreieck und Lineal zugelassen.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Verbrennungsmotoren (MW0299); Thermodynamik 1 (MW9018)

Inhalt:

Entwicklungsprozess der Motorentwicklung

Kennzahlen

Thermodynamisches System Brennraum

Volumenverlauf

Wärmeübergang

Innere Energie, Realgasverhalten

Geschleppter Motor in der Hochdruckphase

Berechnung der zugeführten Wärme

Ladungswechselrechnung, Füll- und Entleermethode, akustische Theorie

Reibungsverluste

Simulation der Aufladung

Vorausberechnung der NO_x-Entstehung

Simulation der Verbrennung

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage...
& einen Verbrennungsmotor anhand charakteristischer Kennzahlen zu bewerten bzw.
Randbedingungen für Neuentwicklungen zu definieren

... sich an verschiedene Modelle für die Vorausberechnung thermodynamischer Effekte zu erinnern (Ladungswechselrechnung, Wandwärmeübergang, Reibung, NO_x-Entstehung, Verbrennung, Aufladung) und für den jeweiligen Anwendungsfall geeignete auszuwählen

... die Merkmale und die Vorgänge der konventionellen Brennverfahren des Otto- und des Dieselprozesses und auch neuartige Brennverfahren zu verstehen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Tablet-PC vermittelt. Die Theorie wird durch Anwendungsfälle erläutert und mit Hilfe von Rechenbeispielen gefestigt. Erfahrungen und Probleme aus der Praxis werden vorgestellt, diskutiert und gerechnet.

Im Rahmen von Übungen werden Berechnungsbeispiele am Laptop durchgeführt und mit den Studenten die Ergebnisse diskutiert.

Medienform:

- * Vortrag, Interaktive Übungen
- * Präsentation
- * Tablet-PC mit Beamer
- * Online-Lehrmaterialien
- * Skript

Literatur:

- * van Basshuysen, Richard: Handbuch Verbrennungsmotor - Grundlagen, Komponenten, Systeme, Perspektiven. 4. Auflage. Wiesbaden : Vieweg, 2007.
- * Merker, Günter: Verbrennungsmotoren - Simulation der Verbrennung und Schadstoffbildung ; mit 15 Tabellen. 3. Auflage. Wiesbaden : Teubner, 2006.

Modulverantwortliche(r):

Jaensch, Malte; Prof. Ph.D.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0510: Flugantriebe 1 und Gasturbinen | Flight Propulsions 1 and Gas Turbines [FA1]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2020

Modulniveau: Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 15	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer schriftlichen Klausur (90 min) und umfasst einen Kurzfragenteil sowie Berechnungsaufgaben zur Auslegung und Thermodynamik (Kreisprozesse und Komponenten) von Fluggasturbinen. Die Studierenden sollen nachweisen, dass sie den Aufbau von Fluggasturbinen inklusive aller systemrelevanten Komponenten begreifen, Unterschiede hinsichtlich verschiedener Konfigurationen charakterisieren, die Funktionsweise der wichtigsten Komponenten von Gasturbinen (Verdichter, Turbine, Brennkammer) verstehen und ihr Betriebsverhalten einschätzen können. Weiterhin wird geprüft, ob die Studierenden in der Lage sind den thermodynamischen Kreisprozess einer Gasturbine zu berechnen sowie wichtige daraus resultierende Kennzahlen zu bewerten.

Als Hilfsmittel sind zugelassen: Zeichen- und Schreibutensilien, nicht-programmierbarer Taschenrechner.

Aktueller Hinweis angesichts des eingeschränkten Präsenzbetriebs auf Grund der CoViD19-Pandemie: Sofern die Rahmenbedingungen (Hygiene-, Abstandsregeln etc.) für eine Präsenzprüfung nicht vorliegen, kann gemäß §13a APSO die geplante Prüfungsform auf eine online-gestützte schriftliche oder mündliche Fernprüfung umgestellt werden. Die Entscheidung über diesen Wechsel wird möglichst zeitnah, spätestens jedoch 14 Tage vor dem Prüfungstermin durch die Prüfungsperson nach Abstimmung mit dem zuständigen Prüfungsausschuss bekannt gegeben.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagen der Thermodynamik (empfohlen)

Inhalt:

Einführung [Klassifizierung und Anwendungsbereiche von Wärmekraftmaschinen; Prinzip der kontinuierlichen und diskontinuierlichen Arbeitsumsetzung; Aufbau einer Gasturbine; Einblick in die Marktsituation; Historie der Flugmotoren];
Der thermodynamische Kreisprozess [Gaseigenschaften: Thermische und energetische Zustände; Hauptsatz der Thermodynamik; Enthalpie- und Entropiebilanz; Isentrope und polytrope Zustandsänderung; h-s-Diagramme, Divergenz der Isobaren, totale und statische Zustände; Joule-Brayton-Prozess: Berechnung, Optimierung hinsichtlich thermischen Wirkungsgrades und Nutzarbeit, Prozessparameter, Limitierung];
Prozessführung bei Flugtriebwerken [Randbedingungen von Fluggasturbinen; Ebenenbezeichnung; Kreisprozessführung bei unterschiedlichen Triebwerkskonfigurationen; Schubgleichung; Leistungen und Wirkungsgrade; Triebwerksauslegung und Optimierung];
Prozessführung bei stationären Gasturbinen [Einsatzbereiche und Typen von stationären Gasturbinen; Ebenenbezeichnung; Kreisprozessführung bei stationären Gasturbinen; Einfluss von Wärmetauschern, Zwischenkühlern und sequenzieller Verbrennung];
Verdichter [Gasdynamische Grundlagen; Anforderungen und Aufgaben; thermodynamischer Prozess der Verdichtung; aerodynamische Verhältnisse im Mittelschnitt - Verständnis von Absolut- und Relativsystem; Geschwindigkeitsdreiecke; Eulersche Hauptgleichung für Turbomaschinen, ideale Stufencharakteristik; aerodynamische Instabilitäten (Rotating Stall, Pumpen); stabilitätssteigernde Maßnahmen];
Turbine [Aufgaben und Anforderungen; Bedeutung der Turbineneintrittstemperatur (TET) für die Prozessführung und Notwendigkeit der Schaufelkühlung; Arten der Kühlung und konstruktive Umsetzung; mechanische und thermische Belastbarkeit in Abhängigkeit vom eingesetzten Material; thermo- und aerodynamische Verhältnisse];
Brennkammer [Anforderungen an die Brennkammer und Bedeutung für den Kreisprozess; thermodynamische Grundlagen der Verbrennung; Brennkammerbauweisen sowie deren Vor- und Nachteile; Konzepte der schadstoffarmen Verbrennung; Brennkammerkühlung sowie Bedeutung des Temperaturprofils am Brennkammeraustritt];
Schub- und Leistungsabgabe [Turbojet, Turboshaft, Turbofan, Schubvariation, Schub- und Verbrauchslinie].

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme am Modul Flugantriebe 1 und Gasturbinen sind die Studierenden in der Lage:

- den Aufbau von Fluggasturbinen inklusive aller systemrelevanten Komponenten zu verstehen und Unterschiede hinsichtlich verschiedener Konfigurationen zu charakterisieren,
- den thermodynamischen Kreisprozess einer Gasturbine zu berechnen sowie wichtige daraus resultierende Kennzahlen zu bewerten,
- die Funktionsweise der wichtigsten Komponenten von Gasturbinen (Verdichter, Turbine, Brennkammer) zu verstehen und ihr Betriebsverhalten einzuschätzen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die theoretischen Grundlagen (z. B. thermodynamischen Kreisprozess einer Gasturbine) anhand von Vortrag, Präsentation mit Tablet-PC und Tafelanschrieb vermittelt. Den Studierenden wird dabei das Themengebiet an Hand von vielen Beispielen

aus der Praxis nähergebracht. Den Studierenden wird die Foliensammlung zur Vorlesung, die Aufgabensammlung zur Übung sowie wöchentlich die Lösungen zu den Übungsaufgaben zugänglich gemacht. In der Übung werden die Aufgaben aus der Aufgabensammlung behandelt. Alle Lehrmaterialien werden den Studenten online in PDF-Form zur Verfügung gestellt. In den Assistentensprechstunden wird individuelle Hilfe gegeben. Die Studierenden lernen somit, beispielsweise den Aufbau von Fluggasturbinen inklusive aller systemrelevanten Komponenten und auch Unterschiede hinsichtlich verschiedener Konfigurationen zu verstehen sowie die Funktionsweise der wichtigsten Komponenten von Gasturbinen (Verdichter, Turbine, Brennkammer) zu charakterisieren und ihr Betriebsverhalten einzuschätzen. Zudem wird die Berechnung des thermodynamischen Kreisprozesses einer Gasturbine sowie die Bewertung daraus resultierender Kennzahlen vermittelt.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Tafelanschrieb, Tablet-PC mit Beamer, PDF-Dateien von Vorlesung und Übung

Literatur:

Bräunling, W. J. G.: "Flugzeugtriebwerke - Grundlagen, Aero-Thermodynamik, Kreisprozesse, Thermische Turbomaschinen, Komponenten und Emissionen", 3. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, 2009

Rick, H.: Gasturbinen und Flugantriebe, 1. Auflage, Springer Verlag, Berlin, 2015

Cumpsty N.: Jet Propulsion - A simple guide to the aerodynamic and thermodynamic design and performance of jet engines, 2nd edition, Cambridge University Press, 2003

Modulverantwortliche(r):

Gümmer, Volker; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Flugantriebe 1 und Gasturbinen - Vorlesung (Vorlesung, 2 SWS)

Gümmer V [L], Gümmer V (Köhler C, Rocchi S)

Flugantriebe 1 und Gasturbinen - Übung (Übung, 1 SWS)

Gümmer V [L], Köhler C, Kuen N, Rocchi S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0633: Methoden in der Motorapplikation | Methods in Engine Application

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2011/12

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen Prüfung (90 min) sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Frage- und Problemstellungen anzuwenden.

Als Hilfsmittel ist ein nicht-programmierbarer Taschenrechner zugelassen.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Vorlesung Verbrennungsmotoren (MW0137)

Inhalt:

- Vorstellung klassischer Applikationsaufgaben
- Grundsätzliche thermodynamische Überlegungen
- Aufzeigen von Zielkonflikten bezüglich Leistung, Emission und Verbrauch
- Ableiten typischer Stell- und Zielgrößen bei Otto- und Dieselmotoren
- Erläuterung grundsätzlicher Zusammenhänge bezüglich Motoreinstellung und Emission
- Aufbau Steuergerät
- Vorstellung Prüfstands Aufbau
- Erklärung mathematischer Modelle zur Beschreibung des Motorverhaltens
- Vorstellung von DoE-Prozessen
- Herleitung von Optimierungsstrategien
- Präsentation von Beispielen aus der Praxis

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen ist der Studierende in der Lage, Auswirkungen von Änderungen an der Motorsteuerung sowohl bei Otto- als auch bei Dieselmotoren

abzuschätzen. Der Studierende entwickelt ein Gefühl für die Komplexität der motorischen Zusammenhänge. Er ist in der Lage das Motorverhalten in Form mathematischer Modelle abzubilden und kann den Aufwand und die Komplexität von Optimierungsaufgaben abschätzen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Tablet-PC vermittelt. Die Theorie wird durch Anwendungsfälle erläutert und mit Hilfe von Rechenbeispielen gefestigt. Erfahrungen und Probleme aus der Praxis werden vorgestellt, diskutiert und gerechnet.

Alle Lehrmaterialien sowie weiterführende Informationen können erworben werden oder werden online zur Verfügung gestellt. In den Assistentensprechstunden kann individuelle Hilfe gegeben werden.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Skript

Literatur:

Bauer, Horst (2002): Dieselmotor-Management. 3. Aufl. Braunschweig: Vieweg.
Robert Bosch GmbH.: Ottomotor-Management. 3. Aufl. (2005). Wiesbaden: Vieweg.
Wallentowitz, Henning; Reif, Konrad (2006): Handbuch Kraftfahrzeugelektronik. Wiesbaden: Friedr.Vieweg & Sohn Verlag | GWV Fachverlage GmbH Wiesbaden.

Modulverantwortliche(r):

Jaensch, Malte; Prof. Ph.D.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Methoden in der Motorapplikation [MW0633] (Vorlesung, 3 SWS)

Jaensch M, Zepf A, Prager M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0964: Grundlagen und thermohydraulische Analyse von Kraftwerken | Fundamentals and Thermal-Hydraulic Analysis of Power Stations [NUK4]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2011/12

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Klausur, 90 min

Es sind keine Hilfsmittel zugelassen.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Die Vorlesung ist geeignet für:

Maschinenbau-, Physik- und Chemiestudenten nach dem 4. Semester, die Interesse an der Funktionsweise und dem Verhalten nuklearer Systeme haben.

Inhalt:

Die Vorlesung behandeln die Grundlagen und die Analyse des thermal-hydraulischen Verhaltens von

Kernenergiesystemen z.B. :

- Methoden der Energieproduktion
- Thermische und hydraulische Charakteristika von Kernreaktoren
- Thermische Bauprinzipien von Kernkraftwerken

- Beschreibung und Analyse der thermischen Leitfähigkeit nuklearer Brennstoffe
- Thermische Aspekte von Ein- und Zweiphasen-Strömungen in Kernreaktoren
- Einführung in nukleare Sicherheitsanalysen

Die Vorlesung konzentriert sich auf die bestehende Leichtwasserreaktor-Technologie. Darüber hinaus werden auch relevante Informationen zu anderen, zukünftige Reaktorformen in der Vorlesung gegeben.

Lernergebnisse:

Am Ende des Moduls werden die Studierenden in der Lage sein folgendes zu verstehen:

- Wie die Kernenergie vom Reaktor zum elektrischen Generator transportiert wird.
- Benutzung mathematischer Modelle für Wärme und Hydraulik zur Entwicklung und Analyse der Sicherheit nuklearer Systeme
- Praktische Anwendung dieser Modelle für nuklearer Sicherheitsstudien und für die Entwicklung nuklearer Reaktoren

Lehr- und Lernmethoden:

- Vorlesung mit Powerpoint Material (Präsentationen)
- intensive Nutzung der Tafel zur Erklärung der Konzepte

Interaktive Klasse:

Studenten werden ermutigt Fragen zu stellen und der Professor fragt auch häufig die Studenten

Medienform:

- gedrucktes Skript mit Vorlesungsinhalt
- gedrucktes Material aus speziellen Webseiten
- Kopien von nützlichen Lehrmaterialien aus Büchern

Literatur:

Nuclear Systems I;
Thermal Hydraulic Fundamentals
N.E. Todreas and M.S. Kazimi

Nuclear Systems II;
Elements of Thermal Hydraulic Design
N.E. Todreas and M.S. Kazimi

Zusätzliche Materialien aus verschiedenen Quellen werden während der Vorlesung ausgeteilt.

Modulverantwortliche(r):

Macián-Juan, Rafael; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2119: Turbomaschinen | Turbomachinery

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2020

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die vermittelten Inhalte werden in Form von kompetenzorientierten Kurzfragen (Verständnisfragen) und Anwendungsbeispielen (Berechnungsaufgaben) schriftlich geprüft (90 min).

Zugelassene Hilfsmittel: nicht-programmierbarer Taschenrechner, Formelsammlung (wird mit Prüfung ausgeteilt).

Aktueller Hinweis angesichts des eingeschränkten Präsenzbetriebs auf Grund der CoViD19-Pandemie: Sofern die Rahmenbedingungen (Hygiene-, Abstandsregeln etc.) für eine Präsenzprüfung nicht vorliegen, kann gemäß §13a APSO die geplante Prüfungsform auf eine online-gestützte schriftliche oder mündliche Fernprüfung umgestellt werden. Die Entscheidung über diesen Wechsel wird möglichst zeitnah, spätestens jedoch 14 Tage vor dem Prüfungstermin durch die Prüfungsperson nach Abstimmung mit dem zuständigen Prüfungsausschuss bekannt gegeben.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Thermodynamik 1, Fluidmechanik 1

Inhalt:

Einleitung / Einteilung und Anforderungen an Turbomaschinen

Thermodynamische Grundlagen/Wichtige Größen

Energieumsetzung, Eulergleichung

Geschwindigkeitsdreiecke

Kennzahlen, Betriebsverhalten

Anwendung Wasserturbine

Anwendung Gasturbine

Anwendung Dampfturbine

Anwendung Turbolader

Anwendung Ventilatoren, Gebläse und Verdichter

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die grundlegenden Typen von Turbomaschinen sowohl in ihrer Funktion als auch in der Anwendung zu verstehen und ihr Betriebsverhalten in typischen Anwendungen des Maschinenbaus einzuschätzen. Der Prozess der Energiewandlung in Arbeits- und Kraftmaschine kann mathematisch beschrieben und berechnet werden.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Tafelanschrieb vermittelt. Beispielhaft werden Probleme aus der Praxis vorgerechnet. Den Studierenden wird eine Foliensammlung sowie einige Aufgaben zugänglich gemacht. In der Übung werden Aufgaben vorgerechnet. Alle Lehrmaterialien sowie weiterführende Informationen werden online zur Verfügung gestellt. In den Assistentensprechstunden kann individuelle Hilfe gegeben werden.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Handzettel, Tafelanschrieb, Tablet-PC mit Beamer, Online-Lehrmaterialien, Anschauungsmaterial

Literatur:

Bohl: Strömungsmaschinen 1, Vogel Verlag

Sigloch - Strömungsmaschinen, Hanser Verlag

Traubel: Thermische Turbomaschinen - Thermodynamisch-strömungstechnische Berechnung, Springer Verlag

Modulverantwortliche(r):

Gümmer, Volker; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2427: Kernfusionstechnik | Nuclear Fusion Technology

[Kernfusionstechnik]

Kernfusionstechnik

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2019/20

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Vorlesung ist eine Einführung in die Grundlagen der Kernfusionstechnologie und Kernfusionsreaktortechnik. Nach der Beschreibung der wichtigsten Kernfusionsreaktionen und des physikalischen Hintergrundes werden Funktionsprinzipien existierender und in Konstruktion befindlicher Fusionsmaschinen, mit dem Fokus auf den Tokamak-Reaktor, beschrieben. Es wird ebenfalls das Konzept der zukünftigen thermonuklearen Reaktoren erläutert.

Ein wichtiger Teil des Kurses ist die Beschreibung fortschrittlicher Technologien, die in einigen Fällen auch in anderen Bereichen des High-Tech-Engineerings eingesetzt werden, wie z.b.

- Supraleitende Magnete
- Kryotechnik
- Plasmatechnologien
- Technologien für Komponenten mit hohem Wärmefluss
- Hochleistungs-Radiofrequenz- und Mikrowellenheizung
- Neutralstrahlinjektoren
- Breeding Blankets

Die Prüfungsleistung erfolgt in schriftlicher Form (schriftliche Klausur) und dauert 90 Minuten. Das erlaubte Hilfswerkzeug ist nur ein Taschencomputer. Durch die Beantwortung von Fragen zum Verständnis und ein paar Rechenaufgaben zeigen die Studenten, dass sie die Arbeitsprinzipien von Kernfusionsgeräten und die dazugehörigen fortschrittlichen Technologien gelernt haben und die Potenziale und technischen Probleme dieser Technologie als Lösung für den zukünftigen Energiebedarf erkennen können .

Wiederholungsmöglichkeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Die Vorlesung wird unter anderem angeboten für:

Studenten im 5. Semester der Fachrichtungen Maschinenbau, Physik, Technische Physik, Technische Mathematik und Informatik, Chemie, Chemie Ingenieurwesen

Voraussetzung ist die Kenntnis der Grundlagen der Physik (Mechanik, Thermodynamik Elektromagnetik)

Inhalt:

Lektion 1: Hauptreaktionen der Kernfusion und Ansatz zur Fusion als Energiequelle

- Warum Kernfusion
- Hauptdefinitionen in der Kernphysik
- Massendefekt und Bindungsenergie
- Wichtige Kernfusionsreaktionen
- Warum Kernfusion schwierig ist

Lektion 2: Wege zur Kernfusion Teil 1:

- Schwerkraft -> die STERNE
- Der Tunneleffekt und der Hochenergie-Teil der Maxwell Verteilung

Lektion 2: Wege zur Kernfusion Teil 2:

- Beschleuniger
- Der Querschnitt σ und die Reaktionsgeschwindigkeit
- Erzeugung thermonuklearer Energie

Lektion 3: Überblick über Kernfusionsanlagen 1

- Beschleuniger und Muon Catalised Fusion (Erwähnung)
- Der thermonukleare Fusionsreaktor
- Magnetische Begrenzung

Lektion 4: Überblick über Kernfusionsanlagen 2

- Magnetische Confinement:
 - Das Tokamak-Konzept
 - Das Stellarator-Konzept
 - Magnetspiegelkonzept
- Inertial Confinement
- Der EU-Fahrplan für die kommerzielle Nutzung von Fusion im Jahr 2050

Lektion 5: Das Plasma

- Was ist das Plasma?
- Plasmaerscheinungen
- Plasmaentladungen
- Plasmaeigenschaften:
 - Debye-Abschirmung, elektrischer Widerstand
 - Runaway-Elektronen, Diamagnetismus

- Der β -Parameter, Die Rotationstransformation und der Sicherheitsfaktor
- Plasmaverluste

Lektion 6: Plasma-Hauptbetrieb - Tokamaks Teil 1

- JET Tokamak
- ITER Tokamak
- Tokamak-Plasmabetrieb

Lektion 7: Plasma-Hauptbetrieb - Tokamaks Teil 2

- Ein Betriebszyklus
- Tokamak-Plasma-Confinement
- Plasma-Instabilitäten
- Plasmadisruption

Lektion 8: Supraleitende Magnete

- Supraleitung (Erwähnen)
- Supraleiterproduktion
- Supraleitende Magnete Technologie für Fusionsgeräte
- W7-X-Magnete
- ITER-Magnete
- Nächster Schritt

Lektion 9: Komponenten im Vakumgefäß- Tokamak

- Komponentenvor dem Plasma - Armour und Kühlkörper
- Materialien und Verbindungstechnologien
- Shielding Blankets
- Divertorsystem
- Spezielle Fertigungstechniken inkl.
- Fortschrittliche Kühlsysteme

Lektion 10: Vakuumgefäß und Kryostat - Tokamaks

- Das Vakuumgefäß
- Technologien zur Herstellung von Vakuumbehältern
- Kryostat
- Ultrahochvakuum

Lektion 11: Brennstoffkreislauf und Breeding Blankets - Überblick MHD

- Brennstoffkreislauf und Breeding Blankets (Theorie)
- Brennstoffkreislauf und Breeding Blankets (Technologie)
- Magnetohydrodynamik (Erwähnen)

Lektion 12: Plasmaheizung Teil 1

- Ohmsche Heizung
- Neutralstrahlinjektoren

Lektion 13: Plasmaheizung Teil 2

- RF- und Mikrowellenheizung

Lektion 14: Kryotechnik

- Kryotechnik und kryogene Prozesse
- Kühlzyklen und Verflüssigung von Gasen
- Materialien für kryogene Anwendungen
- Lagerung und Übertragung.

Lernergebnisse:

Ziel des Kurses ist es, die Studierenden in die Kernfusionstechnologie und ihre Forschungsfelder einzuführen. Am Ende des Kurses können die Studierenden verstehen, wie die Fusionskomponenten entworfen und hergestellt werden. Sie sind in der Lage, sich an fortgeschrittene Engineering-Technologien zu erinnern, die auf verschiedene andere Engineering-Bereiche angewendet werden können und in dem Fall nützlich sein können, wenn sie in Top- / innovativen Engineering-Bereichen arbeiten. Die Studierenden sind auch in der Lage, die Potenziale und technischen Probleme dieser Technologie als Lösung für den zukünftigen Energiebedarf zu erkennen.

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul besteht aus Vorlesungen und einigen Übungen. In den Vorlesungen werden die Grundlagen der Nuklearfusionstechnologie anhand einer Lehrveranstaltung und Power Point-Folien vorgestellt und diskutiert. Die Vorlesungsnotizen sind in moodle verfügbar, sodass die Studenten selbst Notizen machen können. So lernen sie, die Potenziale und Engineering-Probleme dieser Technologie als Lösung für den zukünftigen Energiebedarf wahrzunehmen. In den Übungen werden einige praktische Rechenbeispiele gezeigt. Die Studierenden lernen somit beispielsweise, zu verstehen, wie die Fusionskomponenten entworfen und hergestellt werden.

Medienform:

Beamer Präsentation, Moodle

Literatur:

Tokamaks
John Wesson,
Oxford Science Publications

Modulverantwortliche(r):

Macián-Juan, Rafael; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Kernfusionstechnik (Vorlesung, 3 SWS)

Cardella A [L], Cardella A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH2050: Reaktorphysik 1 und Anwendungen der Kerntechnik | Reactor Physics 1 and Applications of Nuclear Technology

Grundlagen der Reaktorphysik

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2021/22

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Es findet eine mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer statt. Darin wird das Erreichen der im Abschnitt Lernergebnisse dargestellten Kompetenzen mindestens in der dort angegebenen Erkenntnisstufe exemplarisch durch Verständnisfragen, Diskussionen anhand von Skizzen und einfachen Formeln überprüft.

Prüfungsaufgabe könnte beispielsweise sein:

- Erläutern Sie den Kernaufbau und die Stabilität von Kernen.
- Erklären Sie den Unterschied zwischen starken und schwachen Spaltstoffen.
- Erläutern Sie den Prozess der Neutronenmoderation.
- Diskutieren Sie das Spektrum der Neutronen in einem Moderator.
- Erklären Sie, wie die Leistung eines Reaktors geregelt werden kann.

Die Teilnahme am Übungsbetrieb wird dringend empfohlen, da die Übungsaufgaben auf die in der Modulprüfung abgefragten Problemstellungen vorbereiten und somit die spezifischen Kompetenzen eingeübt werden.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester / Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Keine Vorkenntnisse nötig, die über die Zulassungsvoraussetzungen zum Masterstudium hinausgehen.

Inhalt:

- Kernaufbau und Kernspaltung
- Wirkungsquerschnitte
- Neutronenfluß, Reaktionsrate, freie Weglänge, Lebensdauer

- Resonanzstreuung und Breit-Wigner Formel
- Neutronenmultiplikation
- Thermischer Neutronenzyklus
- Fermi's 4-Faktoren Formel
- Kinetik einer Kettenreaktion
- Neutronenmoderation
- Thermisches, epithermisches und schnelles Neutronenspektrum
- Reaktorregelung und Zeitverhalten eines Reaktors
- Punktkinetische Gleichungen
- Die Forschungsneutronenquelle FRM II
- Anwendungen der Kerntechnik

Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul ist der/die Studierende in der Lage

1. Kernaufbau und Kernspaltung zu erklären
2. die Energiefreisetzung bei der Spaltung zu verstehen und zu erklären
3. starke und schwache Spaltstoffe zu benennen
4. verschiedene Wirkungsquerschnitte zu benennen und zu erklären
5. die Neutronenmultiplikation an Hand des thermischen Neutronenzyklus zu verstehen und zu erklären
6. die Neutronenmoderation im thermischen Reaktor zu verstehen und zu erklären
7. die Reaktorregelung zu verstehen und zu erklären
8. die Leistungsmerkmale der Forschungsneutronenquelle FRM II zu benennen und zu bewerten.

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul besteht aus einer Vorlesung (2SWS) und begleitenden Übungen (2SWS). Die Lernergebnisse des Moduls werden durch eine frontale Vorlesung mit Tafelanschrieb und mündlicher Kommunikation sowie Powerpoint Präsentationen erreicht. Dabei werden insbesondere mit Querverweisen zwischen verschiedenen Themen die universellen Konzepte der Physik aufgezeigt. Die Vorlesung wird durch wöchentliche Übungen ergänzt, in denen die Studierenden (~6-14 Studierende) unter der Aufsicht von Doktoranden/Dokorandinnen der Fakultät Probleme lösen. Sowohl die Vorlesungs- als auch die Übungsunterlagen werden auf Moodle den Studenten zugänglich gemacht. Zur Vertiefung der Materie wird den Studierenden ermöglicht, im Rahmen einer Exkursion ein kommerzielles Kernkraftwerk zu besichtigen.

Medienform:

Präsentation, Tafelarbeit

Literatur:

- D. Emendörfer, K. H. Höcker :Theorie der Kernreaktoren (B I Wissenschaftsverlag 1982)
- K. H. Beckurts, K. Wirtz: Neutron Physics (Springer Verlag 1964)
- A. Ziegler : Lehrbuch der Reaktortechnik (Springer Verlag 1964)
- S. Glasstone and M. C. Edlund: Kernreakthorie (Springer Verlag 1961)
- W. M. Stacey, Nuclear Reactor Physics, Wiley-VCH (2004)

Modulverantwortliche(r):

Märkisch, Bastian; Prof. Dr. rer. nat.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Reaktorphysik 1 und Anwendungen der Kerntechnik (Grundlagen der Reaktorphysik) (Vorlesung, 2 SWS)

Märkisch B (Reiter C)

Übung zu Reaktorphysik 1 und Anwendungen der Kerntechnik (Grundlagen der Reaktorphysik) (Übung, 2 SWS)

Märkisch B [L], Reiter C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

PH2051: Reaktorphysik 2 und neue Konzepte in der Kerntechnik | Reactor Physics 2 and new Concepts in Nuclear Technology

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2021

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Es findet eine mündliche Prüfung von 30 Minuten Dauer statt. Darin wird das Erreichen der im Abschnitt Lernergebnisse dargestellten Kompetenzen mindestens in der dort angegebenen Erkenntnisstufe exemplarisch durch Verständnisfragen, Diskussionen anhand von Skizzen und einfachen Formeln überprüft.

Prüfungsaufgabe könnte beispielsweise sein:

- Erklären Sie die P1-Approximation im Rahmen der Transporttheorie.
- Diskutieren Sie die Verteilung des Neutronenflusses in der Umgebung eines plattenförmigen Brennelements in einem Moderator.
- Erläutern Sie die Funktionsweise eines schnellen Reaktors.
- Erläutern Sie den Einfluss von Reaktorgiften auf den Betrieb eines Reaktors.
- Diskutieren Sie die Leistungsänderungen, die in einem Reaktor auftreten, wenn er prompt überkritisch gefahren wird.

Die Teilnahme am Übungsbetrieb wird dringend empfohlen, da die Übungsaufgaben auf die in der Modulprüfung abgefragten Problemstellungen vorbereiten und somit die spezifischen Kompetenzen eingeübt werden.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester / Semesterende

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Keine Vorkenntnisse nötig, die über die Zulassungsvoraussetzungen zum Masterstudium hinausgehen.

Inhalt:

- Diffusionskonstante und Fick'sches Gesetz
- Diffusionsgleichung mit Rand- und Anschlußbedingungen

- Lösungen der Diffusionsgleichung, Diffusionskerne
- Albedo und Reflektorsparnis
- Absorber im Neutronenfeld
- Multiplizierende Medien
- Eigenwertgleichung des kritischen Reaktors
- Alterstheorie nach Fermi, Bremsdichte, Lethargie, Bremskerne
- Reaktorgifte und Abbrandverhalten
- Reaktivitätsrückkopplungen und Reaktivitätskoeffizienten
- Reaktortypen in Wissenschaft und Technik

Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme an diesem Modul ist die Studierenden in der Lage:

- die Diffusion von Neutronen an Hand des Fick'schen Gesetzes zu verstehen und zu erklären
- die Diffusionsgleichung in verschiedenen Geometrien und unterschiedlichen Randbedingungen zu lösen
- Absorber im Neutronenfeld zu berechnen
- Multiplizierende Medien zu benennen, zu verstehen und zu erklären
- die Eigenwertgleichung eines kritischen Reaktors in verschiedenen Geometrien und unterschiedlichen Randbedingungen zu lösen
- die Alterstheorie nach Fermi zu verstehen und zu erklären
- Reaktivitätskoeffizienten zu benennen, zu verstehen und zu erklären
- Reaktortypen in Wissenschaft und Technik zu benennen und zu erklären

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul besteht aus einer Vorlesung und einer Übung.

Die Lernziele des Moduls werden durch eine frontale Vorlesung mit Tafelanschrieb und mündlicher Kommunikation sowie Powerpoint Präsentationen erreicht. Dabei werden insbesondere mit Querverweisen zwischen verschiedenen Themen die universellen Konzepte der Physik aufgezeigt. Die Vorlesung wird durch wöchentliche Übungen ergänzt, in denen die Studenten (~6-14 Studenten) unter der Aufsicht von Doktoranden der Fakultät Probleme lösen. Sowohl die Vorlesungs- als auch die Übungsunterlagen werden auf Moodle den Studenten zugänglich gemacht. Zur Vertiefung der Materie wird den Studenten ermöglicht, im Rahmen einer Exkursion ein kommerzielles Kernkraftwerk zu besichtigen.

Medienform:

Präsentation, Tafelarbeit. Die Übungsblätter werden eine Woche vor der Übungsstunde verteilt.

Literatur:

- D. Emendörfer & K.H.Höcker: Theorie der Kernreaktoren, B.I. Wissenschaftsverlag, (1982)
- K.H. Beckurts & K.Wirtz: Neutron Physics, Springer, (1964)
- A. Ziegler: Lehrbuch der Reaktortechnik, Springer, (1964)
- S.Glasstone & M.C. Edlund: Kernreakthortheorie, Springer, (1961)

Modulverantwortliche(r):

Böni, Peter; Prof. Dr.sc.nat. ETH Zürich

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Verfahrenstechnik | Process Technology

Aus dieser Säule sind Module im Umfang von mindestens 20 ECTS zu erbringen.

Modulbeschreibung

CH0215: Betrieb und Auslegung chemischer Reaktoren | Operation and Design of Chemical Reactors

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2013

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiums- stunden: 75	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Eine Prüfungsleistung wird in Form einer Klausur von 90 Minuten Länge erbracht. In dieser soll nachgewiesen werden, dass in begrenzter Zeit und ohne Hilfsmittel ein diesem Fachgebiet zugeordnetes Problem erkannt wird und Wege zu einer Lösung gefunden werden können. Die Prüfungsfragen gehen über den gesamten Vorlesungsstoff. Bei der Beantwortung der Fragen müssen die in der Vorlesung behandelten Prinzipien, Fallunterscheidungen, Systematiken und quantitativen Beschreibungsweisen hinreichend verstanden sein und in begrenzter Zeit angemessen auf die Frageformulierung übertragen werden können. Die Antworten erfordern teils eigene Berechnungen und Formulierungen teils Ankreuzen von vorgegebenen Mehrfachantworten.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlegende Kenntnisse in Physikalischer Chemie und Physik, Reaktionskinetik und Reaktionstechnik

Inhalt:

Die optimierte Fahrweise industrieller Reaktoren ist für die Reaktionstechnik und -führung (Reaktordesign) im Bio- und Chemieingenieurwesen von sehr großer Bedeutung. Aufbauend auf den beiden TC-Grundvorlesungen Wärme- und Stofftransport bei chemischen Prozessen sowie Reaktionstechnik und Katalyse werden die Grundprinzipien chemischer Reaktionsapparate und die Reaktionsführung bei unterschiedlichen Reaktionstypen erläutert. Am Beispiel industrieller Festbettreaktoren wird im Detail auf die Auslegung und den Betrieb (Stabilitätsverhalten) von Reaktoren eingegangen. Abgerundet wird die Vorlesung mit Beispielen zu Mehrphasenreaktoren, Wirbelschichtreaktoren und Mikroreaktoren.

Inhalte:

Reaktoreinteilung
Reaktionskinetik
Fluid/Fluid-Reaktionen
Reaktorauswahl bei Zweiphasenreaktionen
Kopplung von Stofftransport und Reaktion
Dreiphasenreaktoren
Gas-Feststoff-Reaktionen
Betrieb Batch und CSTR
Betrieb Festbettreaktoren
Wirbelschichtreaktionstechnik
Mikroreaktionstechnik

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,

- wichtige eigenschaftsbestimmende Einflüsse auf das Verhalten chemischer Reaktoren selbstständig zu analysieren und zu bewerten
- komplexere Fragestellungen zum Betrieb und zur Auslegung chemischer Reaktoren zu beantworten
- die richtige Betriebsweise von Reaktoren für industrielle Fragestellungen auszuwählen

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul besteht aus einer Vorlesung mit begleitender Übung. Die Inhalte werden im Vortrag und durch Präsentationen vermittelt. Studierende sollen zur inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen und zum Studium weiterführender Literatur angeregt werden. Übungsaufgaben werden koordiniert zum Vorlesungsfortschritt vergeben und nach gegebener Bearbeitungszeit zentral besprochen.

Medienform:

Skript, Präsentation, Übungsblätter

Literatur:

Folienskript zur Vorlesung,
Kontrollfragenkatalog,
G.F. Froment und K.B. Bischoff, Chemical Reactor Analysis and Design, 2. Auflage, John Wiley and Sons, New York, 1990.

Modulverantwortliche(r):

Hinrichsen, Kai-Olaf Martin; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

CH1047: Grenzflächen und Partikeltechnologie | Interfaces and Technology of Particles [CH1047]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2014/15

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiums- stunden: 75	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Klausur von 90 Minuten Länge erbracht. Die Studierenden müssen dabei zeigen, ob die Vorlesungsinhalte mit den wichtigen Prinzipien soweit aufgearbeitet und verstanden sind, dass sie in begrenzter Zeit zur Beantwortung vorgegebener Verständnisfragen und Problemstellungen mit den richtigen Zusammenhängen aktiviert werden können. Es sind keine Hilfsmittel erlaubt.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlegende Kenntnisse in Physikalischer Chemie und Physik

Inhalt:

Der Teil Grenzflächen vermittelt die wichtigsten Prinzipien und Grundbegriffe, die nötig sind, disperse Feststoffsysteme sowohl hinsichtlich ihrer interpartikulären Wechselwirkungsmechanismen als auch der Beiträge durch beteiligte Flüssigphasen grundlegend beschreiben und verstehen zu können. Es werden dabei die folgenden Themen behandelt:

- Oberflächenspannung, Messung derselben, Benetzungssphänomene, Randwinkel, ultrahydrophobe Oberflächen, Krümmungssphänomene
- Grundlagen der Partikel-/Partikelwechselwirkungen über Potentialverläufe von Dipolwechselwirkungen, Polarisierung, Hamaker-Ansatz und Modellgeometrien, Partikelhaftung auf Basis der Wechselwirkungspotentiale, Beiträge durch Flüssigkeiten zur Partikelwechselwirkung (Haftbrücken)
- Elektrostatische Theorie zur Stabilität von Feststoffdispersionen in wässrigen Elektrolytumgebungen (Gouy-Chapman), Generalisierung durch die DLVO-Theorie, stabilitätsbeeinflussende Parameter der Lösung

- Gekrümmte Grenzflächen und Kelvin-Gleichung, Anwendung auf Nukleation und Partikelwachstum
- Be- und Entfeuchten von Partikelhaufwerken, Kapillardruckkurven

Der Teil Partikeltechnologie erweitert die Grundlagen zu Grenzflächen durch die Behandlung der Herstellung und Konditionierung disperser Feststoffsysteme an praktischen Beispielen. Insbesondere erfolgt dies unter dem Blickwinkel der Präparation von heterogenen Katalysatoren, ausgehend von der primären nasschemischen Partikelfällung bis zur endgültigen Formgebung und der dabei notwendigen bzw. anwendbaren Methoden. Beispielhaft werden dabei prominente Katalysatorsysteme vorgestellt.

Inhalte dabei sind:

- Methodische Vorgehensweise bei der Fällung, bestimmende Prozessparameter, hydrothermale Methoden und Sol-Gel-Prozesse, Templatverfahren, Additive
- Besonderheiten bei Trägerkatalysatoren, Imprägnieren, Modifikation von Oberflächen
- Grundlagen der Agglomeration und Agglomeriertechniken, mechanische Eigenschaften von Agglomeraten, zu berücksichtigende Partikelwechselwirkungen, Systematik der Haftkräfte bei der Agglomeration, trockene und feuchte Systeme
- Charakterisierung von Partikelsystemen: physikalische Methoden (Lichtstreuung), Bestimmung der Oberflächen disperser Partikelsysteme (Sorptionisothermen, BET), Sieben und Sichten, Grundbegriffe der Probennahme bei Feststoffen

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, die wichtigsten gemeinsamen Merkmale disperser Partikelsysteme und deren Phänomenologie an praktischen Beispielen zu erkennen. Ein Überblick und Verständnis für die grundlegenden Wechselwirkungsmechanismen und deren Systematik ist entwickelt und damit eine Grundlage für eine zielgerichtete Vertiefung des Verständnisses der Verhältnisse bei Feststoffpartikelsystemen gelegt. Die Studierenden vermögen diese Kenntnisse beispielhaft auf praktische Katalysatorsysteme zu übertragen und dabei wichtige, eigenschaftsbestimmende Einflüsse selbstständig zu analysieren und zu bewerten.

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul besteht aus einer Vorlesung (2 SWS) und einer als Block angebotenen Übung (1 SWS). Die Inhalte der Vorlesung werden an der Tafel sowie an Hand von Folien mittels Vortrag vermittelt. Der Vortrag wird durch Vorliegen der Präsentationskopie unterstützt und die Studierenden sind aufgefordert, die ergänzenden Kommentare und Erläuterungen individuell in den Folienkopien zu vermerken und nachzuarbeiten.

Der Übungsteil wird als Demonstration experimenteller Methoden zur Charakterisierung von Feststoffpartikelsystemen als Block angeboten. Die Gruppen- und Zeiteinteilung wird dabei mit den Studierenden abgesprochen.

Medienform:

Es erfolgt Tafelanschrieb und Darstellung durch Powerpoint-Präsentation. Zu Beginn der Veranstaltung wird ein Skript mit Kopien der Präsentationsfolien ausgereicht.

Literatur:

D.J. Shaw: Introduction to Colloid and Surface Chemistry, 3rd Ed., Butterworths, London 1980, ISBN 0-408-71049-7

C.J. van Oss: Interfacial Forces in Aqueous Media, Marcel Dekker, New York, 1994, ISBN 0-8274-9168-1

R.J. Stokes, D.F. Evans: Fundamentals of Interfacial Engineering, VCH, New York, 1996, ISBN 0-471-18647-3

Modulverantwortliche(r):

Hinrichsen, Kai-Olaf Martin; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

CH3094: Industrielle Chemische Prozesse 1 - Katalyse für Energie | Industrial Chemical Processes 1 - Catalysis for Energy

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In diesem Modul erfolgt die Überprüfung der Lernergebnisse über eine Klausur (90 Minuten). Mit der Klausur wird überprüft, inwieweit die Studierenden die grundlegende Fragestellungen aus dem Bereich des Refinings und der Energieprozesstechnik verstanden und auf verwandte Fragestellungen anwenden können. Die Antworten erfordern das Anfertigen von Skizzen, Berechnungen und Formulierungen.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Kenntnisse in Physikalischer Chemie und Physik, CH4114: Reaktionstechnik und Kinetik, CH4110: Grundlagen der Technischen Chemie.

Inhalt:

Im Rahmen dieses Moduls werden die chemischen Grundlagen und die ingenieurtechnischen Aspekte der industriellen chemischen Prozesse vermittelt. Dazu zählen die Prozesse des katalytischen Spaltens von Kohlenwasserstoffen (FCC), des Reformierens, des Hydrotreatings (HDS und HDN), der Alkylierung und der Herstellung alternativer Treibstoffe aus Synthesegas.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die chemischen und ingenieurtechnischen Grundlagen der industriellen chemischen Prozesse im Bereich des Refinings (FCC, Reformieren, HDS, HDN, Alkylierung) und der Energieprozesstechnik (Herstellung alternativer Treibstoffe, Fischer Tropsch, CH₄ Reformieren) zu analysieren und auf verwandte Fragestellungen anzuwenden.

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul besteht aus einer Vorlesung (2 SWS), einer Übung (1 SWS) und einer, im Rahmen der Übung abzuleistenden, Exkursion in die chemische Industrie. In der Vorlesung werden die Inhalte durch Präsentationen vermittelt und in der Übung die grundlegenden Konzepte der industriellen chemischen Reaktionen mit den Studierenden erarbeitet und zum Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt. Die Exkursion verdeutlicht die Durchführung der Reaktionen im industriellen Maßstab und festigt die Lernergebnisse durch Veranschaulichung einzelner Modulinhalte.

Medienform:

PowerPoint-Präsentation (die Folien werden den Studierenden als Handouts zur Verfügung gestellt)

Literatur:

Technische Chemie, Wiley VCH, M. Baerns, A. Behr, A. Brehm, J. Gmehling, H. Hofmann, U. Onken, A. Renken, K.O. Hinrichsen, R. Palkovits: Technische Chemie G. Emig, E. Klemm; Chemical Process Technology, J. Wiley, Jacob A. Moulijn, Michiel Makkee, Annelies van Diepen; Handbook of Heterogeneous Catalysis, Wiley-VCH, Weinheim, G.Ertl, H. Knözinger, J. Weitkamp, F. Schüth (Eds.):

Modulverantwortliche(r):

Lercher, Johannes; Prof. Dr. rer. nat.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Industrielle Chemische Prozesse I - Refining (LV0244) (Vorlesung mit integrierten Übungen, 3 SWS)

Lercher J (Seibold S), Bermejo de Val R, Jentys A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

CH3095: Industrielle Chemische Prozesse 2 - Katalyse für Synthese | Industrial Chemical Processes 2 - Catalysis for Synthesis

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2021/22

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In diesem Modul erfolgt die Überprüfung der Lernergebnisse über eine Klausur (90 Minuten). Mit der Klausur wird überprüft, inwieweit die Studierenden die grundlegende Fragestellungen aus dem Bereich der industriellen Synthese von anorganischen und organischen Grundchemikalien und Zwischenprodukten verstanden und auf verwandte Fragestellungen anwenden können. Die Antworten erfordern das Anfertigen von Skizzen, Berechnungen und Formulierungen

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Industrielle Chemische Prozesse 1- Refining (CH3094).

Inhalt:

Im Rahmen des Modules werden die Herausforderungen, die im Zusammenhang mit der Umwandlung von Biomasse entstehen, gefolgt von der Synthese von anorganischen Grundchemikalien wie Ammoniak, Schwefelsäure und Salpetersäure behandelt. Es werden Verfahren zur Herstellung leichter Olefine und Aromaten (Benzol, Toluol und Xylol), Verfahren im kleineren Maßstab in der chemischen Synthese, wie selektive Oxidation, selektive Hydrierung und chirale Synthese diskutiert. Prozesse für Zwischenprodukte als detaillierte Beispiele einschließlich der Synthese von Acrylsäure, Maleinsäure und Phthalsäure werden ebenso vermittelt. Neueste Entwicklungen wie zum Beispiel neue Metallocenkatalysatoren für die Olefinpolymerisation werden vorgestellt.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die chemischen und ingenieurtechnischen Grundlagen der industriell wichtigsten Prozesse für die Herstellung von

anorganischen und organischen Grundchemikalien und Zwischenprodukten durch Kombination der allgemeinen Prozessdarstellung mit spezifischen Informationen zu den verwendeten Katalysatoren (heterogen und homogen) und den Betriebsbedingungen zu analysieren und auf verwandte Fragestellungen anzuwenden.

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul besteht aus einer Vorlesung (2 SWS) und einer Übung (1 SWS). In der Vorlesung werden die Inhalte durch Präsentationen vermittelt und in der Übung die grundlegenden Konzepte der industriellen chemischen Reaktionen mit den Studierenden erarbeitet und zum Studium der Literatur und der inhaltlichen Auseinandersetzung mit den Themen angeregt.

Medienform:

Ein gedrucktes Handout / Skript wird den Studierenden vor Beginn des Semesters übergeben. PowerPoint-Folien sind als Präsentationsmethode gewählt und die Tafel wird für weitere zusätzliche Erklärungen verwendet, falls diese benötigt werden.

Literatur:

Twigg, M. V.: Catalyst Handbook, CRC Press 1989. Arpe, H.-J.: Industrial Organic Chemistry, Wiley-VCH 2010. Moulijn, J. A., Makkee, M., van Diepen, A.: Chemical Process Technology, Wiley-VCH 2001. Cornils, B., Herrmann, W. A., Wong, C.-H., Zanthoff, H.-W.: Catalysis from A to Z, Wiley-VCH 2013. van Santen, R. A., Neurock, M.: Molecular Heterogeneous Catalysis, Wiley-VCH 2006. Baerns, M., Behr, A., Brehm, A., Gmehling, J., Hofmann, H., Onken, U., Renken, A.: Technische Chemie, Wiley-VCH 2006. Jess, A., Wasserscheid, P.: Chemical Technology, Wiley-VCH 2013. Omae, I.: Applications of Organometallic Compounds, Wiley-VCH 1998. Togni, A., Halterman, R. L.: Metallocenes: Synthesis Reactivity Applications, Wiley-VCH 1998. Wasserscheid, P., Welton, T.: Ionic Liquids in Synthesis, Wiley-VCH 2007. Fehrmann, R., Riisager, A., Haumann, M.: Supported Ionic Liquids: Fundamentals and Applications, Wiley-VCH 2014.

Modulverantwortliche(r):

Khare, Rachit; Ph.D.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

CS0003: Production of Alternative Fuels | Production of Alternative Fuels

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2018/19

Modulniveau: Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The learning results are going to be proven in form of an oral exam that consists of two parts: (a) 30 minutes preparation through solving a given problem set (b) 30 minutes of oral examination. In the beginning of part (b) the results of part (a) are presented by the student. Along the problem set it is checked whether the student is able to understand, improve and assess industrial processes for the production of alternative fuels. No aids permitted. Total examination duration: 60 Minutes

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Technology of Chemical Processes (WZ1617) or comparable

Inhalt:

Requirements for fuels, linkage of energetic and chemical value chains, fossil fuel production as reference, balancing and assessments (Well-to-Wheel), Hydrogen and methanol economy, alternative fuels on C1-basis, Fischer-Tropsch fuels, OME, bio-based oil fuels, biodiesel, green diesel, HEFA, bio-based alcohols.

Lernergebnisse:

This module aims at making the students familiar with the industrial processes to produce non-fossil fuels. They are able to set up material and energy balances of these processes and assess their sustainability. Limitations with respect of raw material supply, energetic efficiencies and market requirements are understood. The students understand the interactions of fuel market and energy market.

Lehr- und Lernmethoden:

The module consists of a lectures and exercises. Contents of the lecture shall be imparted in speech and by presentation. To deepen their knowledge students are encouraged to study the literature and examine with regards to content the topics. In the exercises learned theory is applied with a practical orientation by means of arithmetic examples.

Medienform:

Lecture notes, slides, excersises

Literatur:

- Jacob A. Moulijn, Michiel Makkee, Annelies E. van Diepen: Chemical Process Technology, Wiley (2013).
- George Olah et al.: Beyond Oil and Gas: The Methanol Economy, Wiley VCH (2006)
- Volker Schindler: Kraftstoffe für morgen: Eine Analyse von Zusammenhängen und Handlungsoptionen, Springer (1997)
- Martin Kaltschmitt, Hans Hartmann, Hermann Hofbauer: Energie aus Biomasse; Grundlagen, Techniken und Verfahren, Springer Vieweg (2016)
- Jochen Lehmann, Thomas Luschtinetz: Wasserstoff und Brennstoffzellen, Springer (2014)

Modulverantwortliche(r):

Burger, Jakob; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Production of alternative fuels (Lecture, Straubing) (Vorlesung, 2 SWS)

Burger J [L], Burger J, Göttl Q

Production of alternative fuels (Tutorial, Straubing) (Übung, 2 SWS)

Burger J [L], Burger J, Göttl Q

Production of alternative fuels (Tutorial, Garching) (Übung, 2 SWS)

Burger J [L], Burger J, Göttl Q

Production of alternative fuels (Lecture, Garching) (Vorlesung, 2 SWS)

Burger J [L], Burger J, Göttl Q

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0018: Bioprozesse | Bioprocesses

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die angestrebten Lernergebnisse werden durch Verständnisfragen und Rechenaufgaben schriftlich überprüft (zugelassenes Hilfsmittel: Taschenrechner). Die Prüfungsdauer beträgt 90 Minuten. Kreditpunkte werden für das erfolgreiche Ablegen der Modulprüfung vergeben.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Voraussetzungen für die erfolgreiche Teilnahme sind Kenntnisse der Grundlagen der Bioverfahrenstechnik.

Inhalt:

Diese Lehrveranstaltung gibt einen Überblick über die technische Nutzung biologischer Stoffumwandlungen anhand konkreter Prozessbeispiele. Schwerpunkte sind industrielle biologische Verfahren zur Gewinnung von Wertstoffen. Wesentliche Inhalte sind:
Bioprozessentwicklung Umweltbiotechnologie Verfahren zur Herstellung von Grundchemikalien Herstellung von Feinchemikalien Proteinherstellung mit Mikroorganismen und mit Gewebezellen Ökonomie biotechnologischer Produktionsprozesse.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an dieser Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die Entwicklung von Bioprozessen und biotechnologische Produktionsverfahren in der industriellen Anwendung zu verstehen und zu bewerten.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Inhalte des Moduls werden in der Vorlesung (2 SWS) mit Hilfe von Powerpoint-Präsentationen theoretisch vermittelt. Wesentliche Inhalte werden wiederholt aufgegriffen und in den Übungen (1

SWS) vertieft. Die Beiträge industrieller Dozenten werden im Anschluss an den Vortrag jeweils intensiv diskutiert.

Medienform:

Die in der Vorlesung verwendeten Folien werden den Studierenden in geeigneter Form rechtzeitig zugänglich gemacht. Übungsaufgaben werden regelmäßig verteilt und in der Regel werden die Musterlösungen eine Woche später ausgegeben und mit den Studierenden diskutiert.

Literatur:

Es ist kein Lehrbuch zu allen Inhalten dieses Moduls verfügbar. Als Einführung empfiehlt sich: Horst Chmiele: Bioprozesstechnik. Elsevier GmbH, München.

Modulverantwortliche(r):

Weuster-Botz, Dirk; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0019: Bioreaktoren | Bioreaction Engineering

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die angestrebten Lernergebnisse werden in Form einer 90-minütigen Klausur durch Verständnisfragen und durch Rechenaufgaben zu biologischen Stoffumwandlungen überprüft (zugelassenes Hilfsmittel: Taschenrechner). Eine schriftliche Prüfung wird durchgeführt, um die große Anzahl an Studierenden unter gleichen Rahmenbedingungen prüfen zu können. Zusätzlich hierzu ist die Durchführung von Rechenaufgaben im Rahmen einer Klausur vorteilhaft.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Voraussetzungen für die erfolgreiche Teilnahme sind Kenntnisse der Grundlagen der Bioverfahrenstechnik.

Inhalt:

Diese Lehrveranstaltung soll die ingenieurwissenschaftliche Beschreibung biologischer Stoffumwandlungen (Wachstum, Substrataufnahme und Produktbildung von Mikroorganismen und Zellen) in technischen Systemen vertiefen. Wesentliche Inhalte sind: Modellbioreaktoren (Rührkessel und Strömungsrohr) - Formalkinetische Modelle biologischer Reaktionen - Biologische Reaktionen in Modellbioreaktoren (stationär) - Dynamisches Verhalten von Modellbioreaktoren - Abschätzung biologischer Modellparameter - Stoffflussanalyse - Messung biologischer Modellparameter - Strukturierte kinetische Modelle biologischer Reaktionen - Rührkesselreaktoren - Blasensäulen - Festbett-/Fließbettreaktoren.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, biologische Reaktionen in Modellbioreaktoren (Wachstum, Substrataufnahme und Produktbildung von Mikroorganismen und Zellen) kinetisch zu analysieren und Prozessverläufe zu bewerten. Darüberhinaus sind die

Studierenden in der Lage, das Verhalten der wichtigsten Bioreaktoren im industriellen Maßstab zu verstehen.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Themen der Vorlesung werden im Vortrag mit Hilfe von Powerpoint-Präsentationen theoretisch behandelt und die wesentlichen Aspekte werden wiederholt aufgegriffen und in den (zeitlich daran anschließenden) Übungen vertieft. Die Studierenden erhalten hierzu Übungsaufgaben, die in der Regel 1 Woche später vorgerechnet und diskutiert werden. Dies ermöglicht den Studierenden eine Selbstkontrolle der eigenständigen Analyse und Bewertung biologischer Stoffumwandlungsprozesse.

Medienform:

Die in der Vorlesung verwendeten Folien werden den Studierenden in geeigneter Form rechtzeitig zugänglich gemacht. Übungsaufgaben werden regelmäßig verteilt und in der Regel werden die Musterlösungen eine Woche später ausgegeben und mit den Studierenden diskutiert.

Literatur:

Es ist aktuell kein Lehrbuch zu allen Inhalten dieses Moduls verfügbar. Als Einführung empfiehlt sich: Horst Chmiele: Bioprozesstechnik. Elsevier GmbH, München.

Modulverantwortliche(r):

Weuster-Botz, Dirk; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Bioreaktoren (MW 0019) (Vorlesung, 3 SWS)

Weuster-Botz D [L], Weuster-Botz D, Bromig L, Schoppel K, Schwarz I

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0129: Thermische Verfahrenstechnik 2 | Thermal Separation Principles 2 [TVT II]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die vermittelten prozesstechnischen Grundlagen werden in der 90-minütigen Klausur durch Kurzfragen (Verständnisfragen) zu ausgewählten Lernergebnissen überprüft. Durch umfangreiche Rechenaufgaben wird außerdem überprüft, ob die Theorie anhand von praktischen Beispielen zu den thermischen Verfahren und den dafür eingesetzten Apparaten angewendet werden kann. Zugelassene Hilfsmittel sind Skripten, Vorlesungsunterlagen, eigene Mitschriften, Formelsammlungen, Bücher und nicht programmierbare Taschenrechner.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

MW0128: Thermische Verfahrenstechnik I

Inhalt:

Dieses Modul soll die ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen von thermischen Trennprozessen aufbauend auf dem Modul Thermische Verfahrenstechnik I vertiefen und erweitern. Wesentliche Inhalte dabei sind: Absorption und Desorption - Verdampfung - Kristallisation - Trocknung - Extraktion - Adsorption.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, die thermischen Verfahren Absorption und Desorption, Verdampfung, Kristallisation, Trocknung, Extraktion und Adsorption hinsichtlich der entscheidenden Prozessparameter auszulegen und zu bewerten. Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, die Grundprinzipien, also die thermodynamischen Auslegungskriterien der wichtigsten in der thermischen Prozesstechnik und im industriellen

Maßstab eingesetzten Apparate, wie z.B. Kolonnen, Verdampfer, Trockner und Kristallisator, zu verstehen.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Inhalte des Moduls werden in der Vorlesung (2 SWS) mit Hilfe von PowerPoint-Präsentationen und Tablet-PC theoretisch vermittelt. Wesentliche Inhalte werden wiederholt aufgegriffen und in den Übungen (1 SWS) vertieft. Die Studierenden erhalten hierzu im Voraus Übungsaufgaben, die in der Übung vorgerechnet und diskutiert werden. Dies ermöglicht den Studierenden eine Selbstkontrolle der Kenntnisse zu den erlernten thermischen Verfahren und Grundprinzipien, sowie der dafür eingesetzten Apparate. Die zum Download zur Verfügung gestellten Excel Sheets ermöglichen den Studierenden, prozesstechnische Zusammenhänge eigenständig zu analysieren und bewerten, wodurch sich ein vertieftes verfahrenstechnisches Verständnis entwickelt.

Medienform:

Die in der Vorlesung und Übung verwendeten Skripte werden den Studierenden in geeigneter Form rechtzeitig zugänglich gemacht. Den Studierenden werden Excelsheets zum Download zur Verfügung gestellt, mit denen der Vorlesungsstoff und die Übungsbeispiele selbstständig weiter vertieft werden können. Die Lehrinhalte werden in PowerPoint-Präsentationen und mittels Tablet-PC vermittelt. In der Übung werden zusätzlich noch Overhead-Folien eingesetzt.

Literatur:

Als Einführung empfiehlt sich: "Thermodynamik I" und "Thermodynamik II" von Stephan/Mayinger (Springer) und "Thermische Verfahrenstechnik" von Mersmann/Kind/Stichlmair (Springer). Vorlesungsbegleitend wird das Vorlesungsskript "Thermische Verfahrenstechnik I" benötigt.

Modulverantwortliche(r):

Klein, Harald; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Thermische Verfahrenstechnik 2 - Übung (Übung, 1 SWS)

Klein H (Schönfeld L)

Thermische Verfahrenstechnik 2 (Vorlesung, 2 SWS)

Klein H (Schönfeld L)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0376: Biofluid Mechanics | Biofluid Mechanics

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2012

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In der schriftlichen Klausur (90 min) am Ende des Semesters werden ausgewählte Inhalte des Kurses geprüft.

Als Hilfsmittel zugelassen ist ein selbst per Hand geschriebenes A4-Blatt.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Der Kurs zielt auf die Anwendung von Fluidmechanik auf das Erstellen von biologischen Systemen. Das ist von besonderer Bedeutung für die medizinische Forschungsgemeinschaft, weil die fluidmechanische Umgebung stark eingebunden ist in das Fortschreiten und die Entwicklung von vielen Krankheiten, zum Beispiel Arterienverkalkung. Der Kurs möchte die mathematischen und Computertechniken vermitteln, die auf den Gebieten des Blutflusses in den menschlichen Blutgefäßen und der Luftstömung in den Lungen verwendet werden. Zusätzlich werden relevante biologische Vorgänge und damit zusammenhängende Krankheiten ebenso diskutiert und auf fluidmechanische Beobachtungen zurückgeführt.

Lernergebnisse:

Erfolgreiche Teilnehmer werden ein Verständnis davon gewinnen wie Sie fluidmechanische Prinzipien anwenden können, um biologische Vorgänge abzubilden. Insbesondere werden nützliche mathematische Lösungen vorgestellt, um fluidmechanische Vorgänge im Körper zu verstehen und auch in komplexeren numerischen Simulationen angewendet werden können. Somit sind die Kursunterlagen eine nützliche Quelle für zukünftige Aktivitäten auf diesem Gebiet.

Zusätzlich werden die Studenten die Fähigkeit gewinnen, fluidmechanische Phänomene biologisch zu erklären.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Vorlesung wird mithilfe eines Tablet PCs gegeben, auf welchem Informationen wie z.B. Ableitungen und Beispiellösungen aufgeschrieben werden. Der Student kann die Lücken in seinem Vorlesungsskript ausfüllen. Nach der Vorlesung werden die geschriebenen Folien vom Tablet PC an die Studenten versandt.

Medienform:

Präsentation mit Tablet PC, Vorlesungsskript

Literatur:

McDonald's Blood Flow in Arteries, Theoretical, Experimental and Clinical Principles, Nichols and O'Rourke, 2005

Modulverantwortliche(r):

Hu, Xiangyu; Dr.-Ing. habil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Lecture Biofluid Mechanics, LV-Nr. 820818994

Exercises on Biofluid Mechanics (MW 0376), LV-Nr. 820818995

PD Dr.-Ing. habil. Xiangyu Hu

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW0437: Prozess- und Anlagentechnik | Process and Plant Engineering [PAT]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die 90-minütige Klausur untergliedert sich in zwei Teile. Im ersten 30-minütigen Teil werden die vermittelten prozess- und anlagentechnischen Grundlagen durch Kurzfragen (Verständnisfragen) zu ausgewählten Lernergebnissen überprüft. Im ersten Prüfungsteil sind keine Hilfsmittel zugelassen. Im zweiten 60-minütigen Teil der Klausur wird durch umfangreiche Rechenaufgaben außerdem überprüft, ob die Theorie anhand von praktischen Beispielen aus der anlagentechnischen Praxis angewendet werden kann. Zugelassene Hilfsmittel im zweiten Prüfungsteil sind Skripten, Vorlesungsunterlagen, eigene Mitschriften, Formelsammlungen, Bücher und nicht programmierbare Taschenrechner.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Kenntnisse der thermischen und der chemischen Verfahrenstechnik sowie der Fluidmechanik und der Werkstoffkunde.

Inhalt:

Dieses Modul baut auf die Einführung in die Prozess- und Anlagentechnik auf und soll weiterführende Informationen zu dieser Thematik vermitteln. Die Studierenden sollen ingenieurmäßige Methoden zur Auslegung und zum Bau von verfahrenstechnischen Produktionsanlagen erlernen. Anhand eines ausgewählten Beispiels eines großtechnischen petrochemischen Prozesses (Methanolerzeugung aus Erdgas basierend auf den Prozessschritten Synthesegaserzeugung, Methanolsynthese, Methanolrektifikation) werden alle relevanten Aspekte verfahrenstechnischer Produktionsanlagen behandelt: kurze Wiederholung zu verfahrenstechnischen Fließbildern und zur Mess- und Regelungstechnik, Werkstoffauswahl für verfahrenstechnische Produktionsanlagen, Grundtypen von verfahrenstechnischen

Apparaten und deren Auslegung, Grundtypen von prozesstechnischen Maschinen (Kreisel- und Verdrängerpumpen), Auslegung und Gestaltung von Rohrleitungen, Wirtschaftlichkeitsrechnung, Pinch Analyse und Wärmeintegration.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, verfahrenstechnische Produktionsanlagen zu verstehen und ingenieurwissenschaftliche Auslegungsmethoden gezielt anzuwenden. Außerdem können die Studierenden einfache verfahrenstechnische Anlagen analysieren sowie bewerten und daraus Schlussfolgerungen für andere verfahrenstechnische Produktionsprozesse und -anlagen ziehen.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Inhalte des Moduls werden in der Vorlesung mit Hilfe von PowerPoint-Präsentationen und Tablet-PC theoretisch vermittelt. Wesentliche Inhalte werden wiederholt aufgegriffen und in den Übungen vertieft. Die Studierenden erhalten hierzu im Voraus Übungsaufgaben, die in der Übung vorgerechnet und diskutiert werden. Dies ermöglicht den Studierenden eine Selbstkontrolle. Die zum Download zur Verfügung gestellten Excelsheets ermöglichen den Studierenden, thermodynamische und prozesstechnische Zusammenhänge eigenständig zu analysieren und bewerten, wodurch sich ein vertieftes Verständnis entwickelt.

Medienform:

Das in der Vorlesung verwendete Skript wird den Studierenden in geeigneter Form rechtzeitig zugänglich gemacht. Die Unterlagen zur Übung werden in geeigneter Form zur Verfügung gestellt. Die Übungsaufgaben werden in der Übung vorgerechnet und diskutiert. Den Studierenden werden Excelsheets zum Download zur Verfügung gestellt, mit denen der Vorlesungsstoff und die Übungsbeispiele selbstständig weiter vertieft werden können. Die Lehrinhalte werden in PowerPoint-Präsentationen und mittels Tablet-PC vermittelt.

Literatur:

Als Einführung wird folgende Literatur empfohlen: "Planung und Bau verfahrenstechnischer Anlagen" von Gerhard Bernecker (Springer Verlag, 4. Auflage 2001); "Verfahrenstechnische Anlagen" (Band 1 und 2) von Klaus Sattler und Werner Kasper (Wiley-VCH, 1. Auflage 2001); "Handbuch Verfahrenstechnik und Anlagenbau" von Hans Günther Hirschberg (Springer Verlag, 1. Auflage 1999); "Chemietechnik" von E. Ignatowitz (Europa-Lehrmittel, 10. Auflage 2011); "Plant Design and Economics for Chemical Engineers" von Max Peters, Klaus Timmerhaus und Ronald West (McGraw-Hill, 5. Auflage 2004); "Product and Process Design Principles" von Warren D. Seider, J. D. Seader, Daniel R. Lewin und Soemantri Widagdo (Wiley-Verlag, 3. Auflage 2008)

Modulverantwortliche(r):

Klein, Harald; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1141: Modellierung zellulärer Systeme | Modelling of Cellular Systems [ModSys]

Grundlagen der Modellierung

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2015

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Klausur erbracht. Sie besteht aus Kurzfragen und Rechenaufgaben. Es wird geprüft in wie weit die Studierenden die grundlegenden Konzepte der mathematischen Modellierung und Modellanalyse bei zellulären (biologischen) Systemen verstehen und anwenden können. Es ist eine schriftliche Klausur mit einer Prüfungsdauer von 90 Minuten vorgesehen. Die Klausur wird in jedem Semester angeboten (im WS zeitnah am Beginn). Es sind keine Hilfsmittel zugelassen.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Voraussetzungen für die erfolgreiche Teilnahme sind mathematische Kenntnisse, wie sie in Bachelorstudiengängen an wissenschaftlichen Hochschulen vermittelt werden.

Inhalt:

Das Modul soll die Grundlagen der mathematischen Modellierung, der Analyse und der Simulation von zellulären Systemen vermitteln und vertiefen. Zu den wichtigen Prozessen gehören die Enzym-katalysierten Reaktionen, die Polymerisation von Makromolekülen und die zelluläre Signalübertragung.

Wesentliche Inhalte sind:

- Graphentheoretische Analysen,
- Aufstellen von Bilanzgleichungen für konzentrierte und verteilte Systeme,
- Analyse stöchiometrischer Netzwerke,
- Thermodynamik zellulärer Prozesse,
- Reaktionskinetiken (Enzyme, Polymerisationsprozesse, Signalübertragung),

- Stochastische Systeme

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden mit den biologischen und theoretischen Grundlagen von zellulären Systemen vertraut und in der Lage, Bilanzgleichungen für komplexe zelluläre Netzwerke zu erstellen und zu analysieren. Anhand der Modelle sind die Studierenden in der Lage das Verhalten der Netzwerke durch Simulation vorherzusagen und den gesamten biotechnologischen Prozesses zu bewerten (zeitliches Verhalten, Produktausbeuten).

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden mathematische Ableitungen und Zusammenhänge an der Tafel mit Hilfe von Powerpoint-Präsentationen aufgezeigt. Wesentliche Aspekte werden dann wiederholt aufgegriffen und in den Übungen vertieft. Die Übungen sollen zum Teil am Rechner/Laptop durchgeführt werden, um komplexere Aufgaben, wie mathematische Modellierungen und/oder Simulationen bearbeiten zu können. Die Lösungsstrategien werden dann gemeinsam mit den Studenten besprochen, um ein vertieftes Verständnis von zellulären Systemen zu entwickeln.

Medienform:

Die in der Vorlesung verwendeten Folien werden den Studierenden in geeigneter Form zugänglich gemacht. Übungsaufgaben werden rechtzeitig verteilt und die Musterlösungen mit den Studierenden diskutiert.

Literatur:

Zur Verfügung stehen englischsprachige Lehrbücher, die Teilaspekte des genannten Stoffes abbilden. Zu nennen sind: Nielsen, Villadsen, Liden: Bioreaction Engineering Principles (Kluwer Academic Press, 2003), B. O. Palsson: Systems Biology: Properties of Reconstructed Networks (Cambridge University Press, 2006), Kremling: Systems Biology (CRC Press).

Modulverantwortliche(r):

Kremling, Andreas; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Vorlesung, Modellierung zellulärer Systeme, 2SWS

Übung, Modellierung zellulärer Systeme, 2SWS

Andreas Kremling (a.kremling@tum.de)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1145: Bioproduktaufarbeitung 1 | Bioseparation Engineering 1 [BSE1]

Bioproduktaufarbeitung 1

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Klausur erbracht. Die angestrebten Lernergebnisse werden durch Verständnisfragen zu ausgewählten Inhalten des Moduls überprüft. Durch umfangreiche Rechenaufgaben wird außerdem überprüft, ob die Theorie zu verfahrenstechnischen Schritten auf praktische Beispiele aus der Bioproduktverarbeitung, auf adsorptive Prozesse und Extraktionsverfahren angewendet werden kann. Es ist eine schriftliche Klausur mit einer Prüfungsdauer von 90 Minuten vorgesehen. Zugelassenes Hilfsmittel: Taschenrechner.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Voraussetzungen für die erfolgreiche Teilnahme sind Kenntnisse der Grundlagen der (Bio-)verfahrenstechnik

Inhalt:

Nach einem kurzen Überblick der einzelnen verfahrenstechnischen Schritte bei der Bioproduktaufarbeitung (nieder- und hochmolekulare Substanzen) wird in diesem Modul der Fokus auf die ingenieurwissenschaftliche Beschreibung von adsorptiven Prozessen und Extraktionsverfahren in der Bioprozesstechnik gelegt.

Wesentliche Inhalte sind:

- Zellaufschluss
- Zentrifugation
- Grundlagen der Adsorption
- Charakteristika von verschiedenen Adsorbentien

- Auslegung von Chromatographieanlagen
- Simulated Moving Bed
- Expanded Bed Adsorption
- Hochgradienten-Magnetseparation
- wässrige Extraktion
- Extraktion mit ionischen Flüssigkeiten
- Kostenermittlung

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, chromatographische und extraktive Prozesse der Bioproduktaufarbeitung mittels klassischer und moderner Methoden zu analysieren und zu bewerten. Zusätzlich sind sie in der Lage diese mit weiteren Verfahrensschritten wie Zellaufschluss, Zentrifugation oder wässriger Extraktion zu kombinieren und als kompletten Prozess zu analysieren.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Inhalte dieses Moduls werden in der Vorlesung (2 SWS) mit Hilfe von Powerpoint-Präsentationen theoretisch vermittelt. Wesentliche Inhalte werden wiederholt aufgegriffen und in den Übungen (1 SWS) vertieft. Die Studierenden erhalten hierzu Übungsaufgaben, die in der Regel 1 Woche später vorgerechnet und diskutiert werden. Dies ermöglicht den Studierenden eine Selbstkontrolle der eigenständigen Analyse und Bewertung von adsorptiven Prozessen und Extraktionsverfahren.

Medienform:

Die in der Vorlesung verwendeten Folien werden den Studierenden in geeigneter Form rechtzeitig zugänglich gemacht. Übungsaufgaben werden regelmäßig verteilt und in der Regel werden die Musterlösungen eine Woche später ausgegeben und mit den Studierenden diskutiert.

Literatur:

Ladisch, Michael R.: Bioseparations Engineering, 2001, ISBN-13: 978-0-471-24476-John Wiley & Sons

Harrison, Todd, Rudge and Petrides: Bioseparations Science and Engineering, ISBN 978-0-195-12340

Modulverantwortliche(r):

Berensmeier, Sonja; Prof. Dr. rer. nat.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1146: Bioproduktaufarbeitung 2 | Bioseparation Engineering 2 [BSE2]

Membranverfahren + Kristallisation/Fällung

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2016

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung wird in Form einer Klausur erbracht. Die angestrebten Lernergebnisse werden durch Verständnisfragen zu ausgewählten Inhalten des Moduls überprüft. Durch umfangreiche Rechenaufgaben wird außerdem überprüft, ob die Theorie zu verfahrenstechnischen Schritten auf praktische Beispiele aus der Bioproduktverarbeitung, dem Membranverfahren und der Kristallisation/Fällung angewendet werden kann. Es ist eine schriftliche Klausur mit einer Prüfungsdauer von 90 Minuten vorgesehen. Zugelassenes Hilfsmittel: Taschenrechner.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Voraussetzungen für die erfolgreiche Teilnahme sind Kenntnisse der Grundlagen der Bioverfahrenstechnik und die Vorlesung 'Bioproduktaufarbeitung 1' ist empfehlenswert.

Inhalt:

Nach einem kurzen Überblick der einzelnen verfahrenstechnischen Schritte bei der Bioproduktaufarbeitung (Nieder- und hochmolekulare Substanzen) wird in diesem Modul der Fokus auf die ingenieurwissenschaftliche Beschreibung von Membranverfahren und Kristallisation/Fällung in technischen Prozessen gelegt.

Wesentliche Inhalte sind:

- Bilanzierung und Modellierung des Stoffaustauschs an Membranen
- Modulkonstruktion
- Membranreaktoren
- Kristallisation/Fällung von Makromolekülen

- Anlagenentwurf
- Kostenermittlung

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage, den Einsatz von Membran- und Kristallisationsverfahren für die Aufarbeitung von Biomolekülen zu bewerten. Zudem können die Studierenden Datensätze durch Modellierungswerkzeuge analysieren. Darüberhinaus sind sie in der Lage geeignete Membranen und Kristallisationsansätze für verschiedene biotechnologische Herausforderungen auszuwählen und im technischen Maßstab anzuwenden.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Inhalte des Moduls werden in der Vorlesung (2 SWS) mit Hilfe von Powerpoint-Präsentationen theoretisch vermittelt. Wesentliche Inhalte werden wiederholt aufgegriffen und in den Übungen (1 SWS) vertieft. Die Studierenden erhalten hierzu Übungsaufgaben, die rechnerbasiert aufgearbeitet werden und in der Regel 1 Woche später vorgerechnet und diskutiert werden. Dies ermöglicht den Studierenden eine Selbstkontrolle der eigenständigen Analyse und Bewertung verfahrenstechnischer Schritte bei der Bioproduktaufarbeitung.

Medienform:

Die in der Vorlesung verwendeten Folien werden den Studierenden in geeigneter Form rechtzeitig zugänglich gemacht. Übungsaufgaben werden regelmäßig verteilt und in der Regel werden die Musterlösungen eine Woche später ausgegeben und mit den Studierenden diskutiert.

Literatur:

Ladisch, Michael R.: Bioseparations Engineering, 2001, ISBN-13: 978-0-471-24476-9 - John Wiley & Sons

Melin, T. und Rautenbach, R.: Membranverfahren: Grundlagen der Modul- und Anlagenauslegung, 2007, ISBN: 978-3-540-34327-1 - VDI

Modulverantwortliche(r):

Berensmeier, Sonja; Prof. Dr. rer. nat.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Bioproduktaufarbeitung II (Übung) (Übung, 1 SWS)

Berensmeier S, Tesanovic M, Wittmann L

Bioproduktaufarbeitung II (Vorlesung) (MW 1146) (Vorlesung, 2 SWS)

Berensmeier S, Tesanovic M, Wittmann L

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1147: Auslegung thermischer Apparate | Equipment Design [ATA]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die vermittelten Grundlagen zur Apparateauslegung werden durch Kurzfragen (Verständnisfragen) zu ausgewählten Inhalten des Moduls überprüft (Klausur, 90 min). Durch umfangreiche Rechenaufgaben wird außerdem ermittelt, ob die Theorie anhand von konkreten Beispielen auch praktisch angewendet werden kann (zugelassene Hilfsmittel: alle, außer programmierbare Taschenrechner, Notebook und Laptop).

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Voraussetzungen für die erfolgreiche Teilnahme sind Kenntnisse der thermischen Verfahrenstechnik, der Wärme- und Stoffübertragung sowie die Grundlagen der Fluidmechanik.

Inhalt:

Diese Lehrveranstaltung vermittelt die Grundlagen der ingenieurwissenschaftlichen Auslegung und die Anwendungsgebiete von wichtigen Apparaten der thermischen Verfahrenstechnik. Ausgangspunkt dafür sind die Grundlagen der Einphasen- und der Mehrphasenströmung, die auch exemplarisch an Apparaten wie Fallfilmverdampfern oder Abscheidern angewendet werden. Die hier erläuterten Prinzipien finden wiederum Verwendung bei der Auslegung von komplizierteren Apparaten wie Boden- und Packungskolonnen, Wärmeübertragern und Naturumlaufverdampfern. Kapitelübersicht: Grundlagen der Einphasenströmung; Grundlagen der Mehrphasenströmung; Gestaltung und Dimensionierung von Bodenkolonnen; Gestaltung und Dimensionierung von Packungskolonnen; Wärmeübertrager; Naturumlaufverdampfer.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen der Ein- und Mehrphasenströmung zu verstehen und bei der ingenieurwissenschaftlichen

Auslegung von Apparaten der thermischen Verfahrenstechnik gezielt anzuwenden. Außerdem können die Studierenden Anwendungsfälle von thermischen Apparaten analysieren.

Lehr- und Lernmethoden:

Die theoretischen Grundlagen werden in der Vorlesung (2 SWS) mit Hilfe von Powerpoint-Präsentationen theoretisch vermittelt. Wesentliche Themen werden wiederholt aufgegriffen und in den Übungen (1 SWS) mit Hilfe von Powerpoint-Folien und Mitschriften am Tablet vertieft. Die Studierenden erhalten hierzu im Voraus Übungsaufgaben, die in der Übung vorgerechnet und diskutiert werden. Dies ermöglicht den Studierenden außerdem eine Selbstkontrolle. Im Seminar (1 SWS) können die Studierenden Fragen zu den Inhalten stellen, ebenso können ausgewählte Anlagen und Apparate im Technikum besichtigt werden.

Medienform:

Das in der Vorlesung verwendete Skript wird den Studierenden in geeigneter Form rechtzeitig zugänglich gemacht. Übungsaufgaben werden regelmäßig vorab verteilt, und in der Regel werden die Musterlösungen eine Woche später ausgegeben und mit den Studierenden diskutiert. Zusätzlich werden anhand von kleineren Übungsbeispielen die Vorlesungsinhalte zusammengefasst und vertieft.

Literatur:

"VDI Wärmeatlas", 10. Auflage, Springer Verlag, Berlin 2006; Mersmann, A; Kind, M., Stichlmair, J.: Thermische Verfahrenstechnik, Springer Verlag, Berlin 2005; Perry, H. R.; Chilton, C. H.: Perry's Chemical Engineers Handbook, McGraw-Hill, New York, 7. Auflage, 1997; Stichlmair, J.: Grundlagen der Dimensionierung des Gas/Flüssigkeit-Kontaktapparates Bodenkolonne, Verlag Chemie, Weinheim 1978

Modulverantwortliche(r):

Klein, Harald; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1969: Desalination | Desalination

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2013

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 90	Eigenstudiums- stunden: 60	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The theoretical knowledge gained in the lecture is to be practically applied in exercise lessons by means of case studies. The exercises course also includes a laboratory course in which students carry out experiments with lab-scale desalination plants.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Physics, Thermodynamics and Heat and Mass Transfer.

Inhalt:

Potable water is one of the most valuable resources we have on our earth. The "blue gold" is essential for any life. Potable water resources are limited and water scarcity is a big challenge in many parts of the world already today and will become even more urgent in the future. Water desalination is one of the main technological answers to this challenge. Today, 80 Million Cubicmeter per day of Desalination Capacity is installed worldwide, showing exponential growth. This lecture wants to provide students with both basic theoretical and practical tools to be able to cope with engineering solutions to overcome the future lack of potable water. The focus will be on the thermodynamic and chemical properties of seawater, the wide range of different desalination technologies with a major on distillation and membrane processes, renewable energy and transient power supply in desalination, large and small scale applications and finally also on desalination-driven environmental aspects.

Lernergebnisse:

Having successfully passed the Desalination lecture the young engineers are able to understand, design and optimize desalination plants on their own. Furthermore they are sensitized for future technological challenges in desalination e.g. transient power supply for membrane processes.

A deep understanding of the advantages and disadvantages of different desalination principles empower them not only to make viable decisions during plant design and construction but also to use their knowledge to further develop existing ideas. The students are prepared for solving engineering problems about potable water issues with a strong focus on desalination.

Lehr- und Lernmethoden:

In the lecture, the subject matter is explained in an oral presentation. The exercises include both presentation and experimental investigations of the students themselves. The exercises put the main focus on deepening the understanding of the theoretical aspects taught in the lecture. Difficulties will be explained in detail and problems of understanding will be solved. The exercises are not obligatory but highly recommended also in view of the exam.

Medienform:

Oral presentations, Tablet-PC support, lab-scale desalination plants (solar stills) in laboratory courses, exercises as preparation for the final exam.

Literatur:

Lecture notes and transcript incl. references.

Modulverantwortliche(r):

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Tutorial Desalination (Übung, 1 SWS)

Polifke W [L], Spinnler M

Desalination (Vorlesung, 2 SWS)

Polifke W [L], Spinnler M (McClure J)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW1977: Planung thermischer Prozesse | Process Design [PTP]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die vermittelten Grundlagen der konzeptuellen Prozesssynthese werden durch eine schriftliche Klausur (Dauer: 60 Minuten) überprüft. Anhand der Prozessentwicklung von konkreten Beispielen wird überprüft, ob die im Modul vermittelten Methoden zur Prozesssynthese verstanden und richtig angewendet werden. In der Prüfung sind keine Hilfsmittel zugelassen.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Kenntnisse der thermischen Verfahrenstechnik.

Inhalt:

Zielsetzung des Moduls ist die Vermittlung von Methoden und Strategien zur Entwicklung von Produktionsprozessen der chemischen, der petrochemischen und der pharmazeutischen Industrie. Diese Produktionsprozesse bestehen meist aus einer Vielzahl von einzelnen Prozessschritten, die als Unit Operations bezeichnet werden. Hierzu zählen z.B. die Reaktion und die thermischen Trennoperationen Rektifikation, Absorption, Verdampfung, Extraktion, Trocknen usw.. Schwerpunkt der Vorlesung ist die wissensbasierte Synthese von Gesamtprozessen, die wegen prozessinterner Stoffströme sehr komplex sein können. Die Leistungsfähigkeit der Methoden zur konzeptuellen Prozesssynthese wird anhand vieler industrieller Prozessbeispiele demonstriert. Hierzu zählen Prozesse zur Zerlegung binärer und ternärer Flüssigkeitsgemische. Besonders komplex sind die Prozesse zur Zerlegung sogenannter azeotroper Gemische. Weiters werden Prozesse der Batch- und der Reaktivdestillation behandelt. Außerdem werden Strategien für die Entwicklung von Regelkonfigurationen, der Energiebedarf derartiger Prozesse und der optimale prozessinterne Wärmeverbund präsentiert.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen der konzeptuellen Prozesssynthese zu verstehen und bei der Entwicklung von verfahrenstechnischen Prozessen gezielt anzuwenden. Bestehende Prozesse können analysiert und hinsichtlich Energiebedarf und Prozessführung bewertet werden. Außerdem können die Studierenden Methoden zur Entwicklung von Regelungskonfigurationen und zur Optimierung des prozessinternen Wärmeverbands anwenden.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Inhalte des Moduls werden als virtuelle Vorlesung zur Verfügung gestellt. Zusätzlich gibt es ein Skript mit den in der Vorlesung erarbeiteten Ergebnissen. Die virtuelle Vorlesung ist so aufgebaut, dass sie am Stück angeschaut werden kann aber auch einzelne Punkte gezielt angewählt werden können. Die Studierenden erhalten außerdem ein Übungsheft mit Aufgaben. Die dazu erarbeiteten Lösungen werden ebenfalls online durch gezielte Fragestellungen überprüft. Dies ermöglicht den Studierenden eine Selbstkontrolle. Neben einer Einführung als Präsenzveranstaltung sind auch vereinzelt Termine im Hörsaal zur Fragestellung und zum Austausch der Studierenden untereinander vorgesehen.

Medienform:

Die Vorlesung ist nach Anmeldung in Form einer virtuellen Vorlesung über das Internet abrufbar. Dabei kann die Vorlesung zu jedem beliebigen Zeitpunkt teilweise oder am Stück mit einem internetfähigen Rechner angeschaut werden. Zudem wird ein Skript (pdf-Datei) als Download zur Verfügung gestellt. Ein Übungsheft mit Aufgaben ermöglicht den Studierenden eine Selbstüberprüfung. Anhand von gezielten Fragestellungen kann im Übungsteil des virtuellen Angebots die Richtigkeit der erarbeiteten Lösung überprüft werden.

Literatur:

A. Mersmann, M. Kind, J. Stichlmair: Thermische Verfahrenstechnik, Springer Verlag Berlin, 2005
J.G. Stichlmair, J.R. Fair: Distillation, Wiley-VCH, 1998
W.D. Seider, J.D. Seader, D.R. Levin: Process Design Principles, John Wiley & Sons, Inc., 1999
M.F. Doherty, M.F. Malone, Conceptual Design of Distillation Systems, McGraw-Hill Book Company, 2001
R.H. Perry, W.D. Green, J.O. Maloney: Perrys Chemical Engineers Handbook, McGraw-Hill Book Company, 7. Auflage, 1997

Modulverantwortliche(r):

Klein, Harald; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Planung thermischer Prozesse - Übung (Übung, 1 SWS)
Rehfeldt S (Engel F), Klein H

Planung thermischer Prozesse (Vorlesung, 2 SWS)
Rehfeldt S (Engel F), Klein H

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2202: Chemische Reaktortechnik | Chemical Reactors

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2014

Modulniveau:	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

mündliche Prüfung (30 min)

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundlagen der Thermodynamik sowie des Wärme- und Stoffaustausches

Inhalt:

In der Vorlesung "Chemische Reaktortechnik" werden die notwendigen Grundlagen vermittelt, um die physikalischen und chemische Prozesse in chemischen Reaktoren mathematisch zu beschreiben. Folgende Vorgehensweise wird gewählt: - Einführung und Darstellung der chemischen Kinetik als Reaktionsgeschwindigkeit - Aufstellung von Stoff- und Energiebilanzen mit den Termen für Konvektion, Diffusion (Fick'sches Gesetz) und Wärmeleitung (Fourier'sches Gesetz) - Einfluss der Katalyse - homogene Gasreaktionen, heterogene Feststoff-Gasreaktionen - Einfluss und Festlegung von Randbedingungen - Die verschiedenen Grundtypen chemischer Reaktoren (Strömungsrohr, Rührkessel) - Bedeutung der Verweilzeit

Lernergebnisse:

Mit den Kenntnissen der Vorlesung "Chemische Reaktortechnik" sollen die Teilnehmer in die Lage versetzt werden für einfache Anwendungsfälle von chemischen Reaktoren mathematische Modelle erstellen zu können. Diese mathematischen Modelle können dann mit entsprechenden Solvern (z.B. Matlab, CFD-Codes wie ANSYS FLUENT, OpenFoam etc) zur Berechnung genutzt werden. Weiterhin wird das Verständnis von Modellen, die in den Solvern schon vorgegeben werden, wie z.B. homogenes Modell eines Festbettreaktors, eröffnet.

Lehr- und Lernmethoden:

Lehrervortrag

Medienform:

Vortrag, Tafelanschrift, Herleitung von mathematischen Gleichungen, Grafiken und Bilder über Overhead-Projektion oder Beamer, Anschauungsmodelle

Literatur:

O. Levenspiel: Chemical Reaction Engineering;

Modulverantwortliche(r):

Spliethoff, Hartmut; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2258: Umweltbioverfahrenstechnik | Environmental and Biochemical Engineering

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einer schriftlichen Klausur werden Wissen und Verständnis der Studierenden zur biotechnologischen Behandlung von Wasser, Feststoffen und Gasen geprüft. Sie sollen zeigen, dass sie in beschränkter Zeit (Bearbeitungsdauer: 60 Minuten) und unter fest definierten Rahmenbedingungen (einziges zugelassenes Hilfsmittel: Taschenrechner) in der Lage sind, biologische Verfahren bei der Abwasserreinigung, der Feststoff- und der Abluftbehandlung detailliert zu beschreiben und zu vergleichen.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Voraussetzung für die erfolgreiche Teilnahme sind Grundkenntnisse der Bioverfahrenstechnik, wie sie beispielsweise im Modul MW1903 "Bioverfahrenstechnik" vermittelt werden.

Inhalt:

Diese Lehrveranstaltung gibt einen Überblick über den Einsatz biologischer Verfahren bei der Abwasserreinigung, der Feststoff- und der Abluftbehandlung. Detailliert werden behandelt: Biologische Abwasserreinigung (Kohlenstoffelimination, Stickstoffelimination, Phosphatelimination) – Anaerobe Abwasserreinigung (Kohlenstoffelimination und Biogasgewinnung) – Biologische Feststoffbehandlung (Bodensanierung, Kompostierung, Biogasgewinnung) - Biologische Abluftreinigung.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme am Modul verstehen die Studierenden, wie biotechnologische Entsorgungsprozesse funktionieren und verfügen über grundlegende Kenntnisse zu

Dimensionierung und Betrieb von biologischen Verfahren zur Behandlung von Wasser, Feststoffen und Gasen. Sie sind in der Lage, eigenständig unterschiedliche Verfahren der Abwasser-, der Feststoff- und Abluftbehandlung vergleichend zu bewerten und können grundlegende Dimensionierungen dieser Verfahren anhand von Bemessungsrichtlinien vornehmen.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Inhalte des Moduls werden in der Vorlesung (2 SWS) mit Hilfe von Powerpoint-Präsentationen theoretisch vermittelt. Wesentliche Inhalte werden wiederholt aufgegriffen und im Rahmen von Exkursionen (1 SWS) in der praktischen Anwendung demonstriert.

Medienform:

Die in der Vorlesung verwendeten Folien werden den Studierenden in geeigneter Form rechtzeitig zugänglich gemacht.

Literatur:

Es ist aktuell kein Lehrbuch zu allen Inhalten dieses Moduls verfügbar.

Modulverantwortliche(r):

Weuster-Botz, Dirk; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2410: Chromatographie mit ChromX (.) Simulationsseminar | Chromatography with ChromX () Simulation Seminar [ChromX]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2019

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 110	Präsenzstunden: 40

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung erfolgt in Form eines Berichtes. Darin werden der Lernprozess und die Ergebnisse des Seminars schriftlich zusammengefasst. Somit sollen die Studierenden nachweisen, dass sie die Simulationssoftware ChromX und ChromX Academics zielsicher anwenden können, geeignete Chromatographische Modelle auswählen und bewerten können. Zudem soll gezeigt werden, dass die erlernten Prozesse analysiert, charakterisiert und optimiert werden können. Es wird damit überprüft, ob sie die Auswirkungen verschiedener Einflussgrößen verstehen, fehlende Parameter ermitteln und weitere Softwares zu Analysezwecken über Schnittstellen einbinden können.

Wiederholungsmöglichkeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Das Seminar baut auf der Vorlesung Bioproduktarbeitung I auf. Es wird empfohlen diese Vorlesung besucht zu haben, oder anderweitig die Grundlagen der Chromatographie erlernt zu haben.

Inhalt:

ChromX ist eine vielseitige und leistungsstarke Software die vom Karlsruher Institut für Technologie (KIT) entwickelt wurde, um präparative Chromatographieprozesse für die Proteinreinigung zu simulieren und eine modellbasierte Prozessentwicklung und -optimierung zu ermöglichen. Den experimentellen Anwendungsfall in eine computerbasierte Simulation zu übertragen gewährleistet nicht nur eine große Zeit- und Kosteneinsparung, sondern ermöglicht auch, dass im Labor gängige Trial & Error-Konzept zu umgehen, den Versuchsablauf vorherzubestimmen oder resultierende Ergebnisse zu untermauern. Seitdem die Entwicklung von leistungsstarken Computern rasant voranschreitet, findet auch die Simulation immer größeren Anklang in der Wissenschaft und Industrie. Es ist daher von großem Vorteil Erfahrungen in der

Simulation zu sammeln. Um die Vielseitigkeit und den großen industriellen Nutzen des Programms ChromX zu veranschaulichen werden im angebotenen Simulationsseminar "Chromatographie mit ChromX" unterschiedliche Anwendungsfälle wie z.B die Aufreinigung von Molkeproteinen mittels Ionenaustauschchromatographie simuliert. Gleichzeitig werden verschiedene Funktionen der Software genutzt um den Prozess zu optimieren, fehlende Parameter durch Schätzung zu ermitteln oder den Einfluss verschiedener Größen zu gewichten. Neben der Simulation mit ChromX werden Schnittstellen zu Matlab und ParaView geschaffen und weitere interessante Anwendungsmöglichkeiten aufgezeigt. Ziel ist es dem Teilnehmer nicht nur Einblicke in die Simulation der Flüssigkeitschromatographie zu gewähren, sondern ein fundiertes Verständnis der Simulationsgrundlagen zu schaffen, so dass diese auf weitere Probleme und Anwendungsfälle übertragen werden können. Das Seminar wird als einwöchige Blockveranstaltung im Sommer und Wintersemester und in kleinen Gruppen angeboten.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme am Seminar sind die Studenten in der Lage:

- die Simulationssoftware ChromX und ChromX Academics zielsicher auf verschiedene präperative Chromatographieprozesse anzuwenden
- den Einfluss unterschiedlicher chromatographischer Modelle bewerten und das richtige Modell für den entsprechenden Anwendungsfall zu ermitteln
- chromatographische Prozesse mithilfe der Software ausgiebig zu analysieren, charakterisieren und optimieren
- fehlende Parameter mittels einer Schätzungsfunktion zu ermitteln
- durch verschiedenen Parameterstudien die Einflussgrößen von Fluid- und Massentransport zu erkennen und zu verstehen
- Die Softwares Matlab und ParaView über eine Schnittstelle einzubinden und zu Analyse Zwecken anzuwenden

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul beinhaltet als Lehrveranstaltung ein Seminar. Im Zuge dessen werden anhand eines Vortrages (Frontalunterricht, unterstützt durch eine PowerPointpräsentation) die theoretischen Grundlagen zu chromatographischen Modellen und Prozessen erklärt. Das dazugehörige Skript dient den Studierenden anschließend, selbstständig mit der Simulationssoftware ChromX und ChromX Academics verschiedene präperative Chromatographieprozesse anzuwenden. Die Studierenden nutzen ihre eigenen Laptops und lernen somit chromatographische Prozesse mithilfe der Software ausgiebig zu analysieren, charakterisieren und optimieren, das richtige Modell für den entsprechenden Anwendungsfall zu ermitteln, fehlende Parameter mittels einer Schätzungsfunktion zu ermitteln sowie die Softwares Matlab und ParaView über eine Schnittstelle einzubinden und zu Analyse Zwecken anzuwenden.

Medienform:

Skript und Foliensatz

Literatur:

Skript Bioproduktaufarbeitung I, <https://gosilico.com>

Modulverantwortliche(r):

Berensmeier, Sonja; Prof. Dr. rer. nat.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Chromatographie mit ChromX (Seminar, 3 SWS)

Berensmeier S [L], Essert G, Tesanovic M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte
campus.tum.de oder [hier](#).

Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung (bis maximal 15 Credits) | Flexibilization in Engineering Sciences (up to 15 Credits only)

In dieser Säule können Module im Umfang von maximal 15 ECTS erbracht werden. Sie kann-
fachübergreifende Lehrangebote ("Allgemeine Mastermodule aus dem Maschinenwesen")
enthalten, - die ECTS können auch in Modulen anderer Fakultäten oder Schools der TUM
("Interdisziplinäre Mastermodule") und/oder - in Modulen anderer in- und/oder ausländischer
Hochschulen ("Anerkannte Mastermodule") erworben werden. Aufgrund des Umfangs
der in den jeweiligen Bereichen eingebundenen Module, enthält dieses Modulhandbuch
stellvertretend für diese Vielzahl beispielhaft nur einige konkrete Modulbeschreibungen. (Dieses
Modulhandbuch kann von den Studierenden mit den Beschreibungen zu den jeweils tatsächlich
belegten Modulen erweitert werden.)

Allgemeine Mastermodule aus dem Maschinenwesen | General Master Modules in Mechanical Engineering

Dieser Wahlbereich enthält Mastermodule aus dem Bereich des Maschinenwesens. (Dieses Modulhandbuch kann von den Studierenden mit den Beschreibungen zu den jeweils tatsächlich belegten Modulen erweitert werden.)

Modulbeschreibung

ED160004: Tissue Engineering and Regenerative Medicine: Grundlagen und Anwendungen | Tissue Engineering and Regenerative Medicine: Fundamentals and Applications

Tissue Engineering

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2021/22

Modulniveau: Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiums- stunden: 105	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The learning outcomes will be examined in a written examination (duration: 90 min). This test will assess the degree of understanding in the field of tissue engineering and regenerative medicine, from scaffold design to clinical translation. Students have to demonstrate this understanding in the broader context of the overall strategic approach used to solve a clinical problem. This also includes ethical and regulatory considerations. For example, they have to demonstrate that they are able to:

1. evaluate a specific clinical problem,
2. formulate ethical and regulatory aspects, and
3. make an informed choice of the preferred strategy.

Resources for the exam: none (except writing materials)

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Tissue engineering and regenerative medicine (TERM) is a fast-growing field that addresses some of the major healthcare challenges, which result from the human incapability to regenerate diseased or lost tissues and organs. The biofabrication of living tissues and organs can potentially solve issues such donor shortage and increasing waiting lists for organ transplantation, the lack of devices able to grow with the pediatric patients and the unavailability of therapies for yet

untreated diseased. Furthermore, bioengineered human tissues and organs can serve as models for disease modeling and drug testing, with the advantage of being more predictive of the human response than the animal models, and the additional potential benefit of reducing the number of animals required for preclinical testing.

This course will provide the students with the fundamentals to understand how the convergence of different disciplines such as engineering, biology, material science and medicine can result in new therapeutical solutions and have transformative implications for the future health care.

The course 'Tissue Engineering and Regenerative Medicine' will provide a general understanding of tissue growth and development as well as the tools and theoretical information necessary to design tissues and organs.

Specifically, the following topics will be covered in this module (subjected to change):

- Principles of tissue engineering
- Scaffolds: materials and characterization
- Scaffold design, biomimicry
- Biofabrication technology
- Cell source, isolation, growth, differentiation
- Bioreactor technology (from microfluidics to whole organ bioreactors)
- Mechanical loading and culture conditions
- Tissue/organ design and development
- Tissue analysis and characterization
- Current applications (e.g. cardiovascular, bone, skin, neural, muscle tissue engineering etc)
- Cell therapy
- Regulatory and ethical considerations
- Translational approaches to the clinical settings

Lernergebnisse:

After successful participation in the module "Tissue Engineering and Regenerative Medicine", the students are able to

- understand the principles of tissue engineering and regenerative medicine
- evaluate the existing strategies and their specific advantages and disadvantages
- apply tissue engineering principles to the solution of medical problems requiring the regeneration of tissue
- demonstrate an understanding of the rationale to employ cells, biomaterial scaffolds, biochemical and mechanical stimulation, for the (re)generation of tissues and organs in vitro and in vivo
- demonstrate knowledge of current clinical applications for different organs/tissues
- analyze current challenges in the field of TERM
- formulate regulatory consideration

Lehr- und Lernmethoden:

The module consists of a lecture, an exercise, and a tutorial. If in-person teaching is not possible, an online format will be chosen that guarantees active exchange with the lecturers and log-in data will be shared with the students at the beginning of the semester. Materials and additional information are available online to all registered students in a digital format via the Moodle eLearning platform. Questions and answers (Q&A) sessions are offered to clarify topics presented

in the lectures and to further deepen aspects of interest upon students' request. The exercise will strengthen the theoretical knowledge provided in the lectures. Students will solve and discuss problems related to the field of TERM, and learn to implement different strategies for in vitro and in vivo tissue generation. The exercises are an essential format to help the students to acquire the teaching goals of this module. In addition to the lecture and exercise, tutorials are organized to provide the students with the opportunity to ask the lecturers specific questions individually or in small groups. Tutorials will close knowledge gaps and will allow to explore individual areas of interest in greater detail.

Medienform:

Presentations, handouts, videos, online teaching materials, case study descriptions

Literatur:

Will be given in the courses

Modulverantwortliche(r):

Mela, Petra; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Tissue Engineering and Regenerative Medicine: Fundamentals and Applications (Übung, 2 SWS)

Mela P [L], Mela P, Mansi S

Tissue Engineering and Regenerative Medicine: Fundamentals and Applications (Vorlesung, 3 SWS)

Mela P [L], Mela P, Mansi S

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Wirtschaftswissenschaften

Modulbeschreibung

WI000984: Entrepreneurship | Entrepreneurship

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2021

Modulniveau: Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 3	Gesamtstunden: 90	Eigenstudiums- stunden: 60	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

The grading is based on a written exam (60 Minutes). The written form of the exam allows a comprehensive assessment of students' knowledge and understanding of the basic principles of entrepreneurship. They will answer questions about the concepts explaining the mindset of entrepreneurial individuals and the management of entrepreneurial firms. They will also answer questions about basic definitions of specific types of entrepreneurship and entrepreneurial behavior. Thus, it is ensured that the students are able to understand important theoretical concepts, such as basic psychological and cognitive processes in entrepreneurial action, the principle of business plans, strategic alliances, or special forms of entrepreneurship, and are able to remember them without any additives. The exam is in the form of multiple choice questions.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

None

Inhalt:

The module introduces students into basic principles of the topic of entrepreneurship from a global and international perspective. Students will be equipped with basic knowledge on:

- definitions, regional aspects, and special forms of entrepreneurship
- entrepreneurial individuals, including their personality, creativity, idea development, cognition, opportunity recognition, decision making, affect,
- entrepreneurial firms, including their growth strategies, strategic alliances, and resources.

Beyond that, students will engage in break-out group workshops to personally experience the process of opportunity recognition and development. In these workshops they will work in teams

and apply concepts from academic literature to real-world entrepreneurial problems. Furthermore, students give presentations to the audience and discuss their results.

Lernergebnisse:

After the module students will be able to (i) define entrepreneurship and explain its role for the economy and society, (ii) understand basic psychological and cognitive processes in entrepreneurial action, (iii) explain the basics and important concepts of entrepreneurial decision making, (iv) analyze the role of human and social capital of entrepreneurs, (v) describe growth models and growth paths of young ventures, (vi) explain the purpose and elements of a business plan, (vii) understand the importance of entrepreneurial action for the success of existing firms (corporate entrepreneurship), (viii) explain the advantages and disadvantages of strategic alliances, and (ix) describe special forms of entrepreneurship (social and sustainability entrepreneurship).

Lehr- und Lernmethoden:

The module will combine several learning methods.

- The basic knowledge as well as real world examples will be provided through the lecture.
- Discussions in the lecture and active participation are encouraged and will contribute to deepen the understanding of the concepts introduced.
- Workshops in smaller groups enable the students to apply (part of) their theoretical knowledge to real-world problems. This format additionally fosters creativity and team work.
- Students will get additional background knowledge from the scientific literature in private reading.

Medienform:

Presentations, exercises, online materials

Literatur:

Hisrich, R. D., Peters, M. P., & Shepherd, D. A. (2010). Entrepreneurship (8th ed.). New York: McGraw-Hill.

Read, S., Sarasvathy, S., Dew, N., Wiltbank, R. & Ohlsson, A.-V. (2010). Effectual Entrepreneurship. New York: Routledge Chapman & Hall.

Modulverantwortliche(r):

Breugst, Nicola; Prof. Dr. rer. pol.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Entrepreneurship (WI000984, WI900005, WI001185) (Vorlesung, 2 SWS)

Breugst N (Stratz L)

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Schlüsselkompetenzen | Key Competencies

Aus dem Wahlbereich Schlüsselkompetenzen ist ein Modul im Umfang von mindestens 2 ECTS in Form einer Studienleistung zu erbringen. Es können Module des Zentrums für Schlüsselkompetenzen, der Professuren im Maschinenwesen, des TUM Sprachenzentrums (ausgenommen sind Deutschkurse) sowie ausgewählte Kurse der Carl von Linde-Akademie gewählt werden. Da die aktuell gültigen Listen jeweils sehr umfangreich sind, enthält dieses Modulhandbuch stellvertretend für diese Vielzahl eine beispielhafte Auswahl an Modulbeschreibungen. (Dieses Modulhandbuch kann von den Studierenden mit den Beschreibungen zu den jeweils tatsächlich belegten Modulen erweitert werden.)

Angebote Zentrum für Schlüsselkompetenzen | Center of Key Competencies

Modulbeschreibung

MW2148: Master Soft Skill Workshops | Master Soft Skill Workshops

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2019

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 2	Gesamtstunden: 60	Eigenstudiums- stunden: 30	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung erfolgt als Übungsleistung (Studienleistung) mit dem Ziel der Anwendung der erlernten Kompetenzen zur Lösung anwendungsbezogener Probleme oder Situationen aus dem Arbeits- und Privatleben. Diese werden beispielsweise durch die aktive Teilnahme an den Workshops und Bearbeitung von Aufgaben (innerhalb von insgesamt 16 Stunden Workshopzeit) zu den drei Kompetenzbereichen (Selbst-, Sozial- und Methodenkompetenz) sowie zum individuellen Schwerpunkt überprüft.

Durch das Bearbeiten von Aufgaben sollen die Studierenden demonstrieren, dass sie die vorgegebenen Qualifikationsziele in den Workshops (z. B. Identifikation der individuellen Haltung zu arbeitsrelevanten Themenbereichen, Reflexion differierender Meinungen, Beurteilung von Aufgaben und Problemen zur Umsetzung von Lösungsstrategien) erreicht haben. Diese Aufgaben umfassen schriftliche Einzelaufgaben zur Reflexion oder Anwendung, Lehrgespräche und Diskussionen sowie Anwendungsaufgaben allein oder in Gruppen. Unter Anwendungsaufgaben fallen unter anderem (Kurz-)Präsentationen, Problemlöseaufgaben, Übungen oder schriftliche Aufgaben im Rahmen von eLearnings.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Erfahrung mit Soft Skills Veranstaltungen auf Bachelorniveau. Bereitschaft zum Lernen mit interaktiven Lehrmethoden. Studium der empfohlenen Literatur vor Veranstaltungsbeginn.

Inhalt:

Die Inhalte der Soft Skills Workshops teilen sich in Themen der Kompetenzbereiche Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Methodenkompetenz. Beispiele des Themenspektrums sind Konfliktlösung, Teamarbeit, Kreativität oder Präsentieren. Neben theoretischen Inputs zu den jeweiligen Themen steht die interaktive Anwendung und Bearbeitung des Themas im Mittelpunkt. Die Reflexion des eigenen Verhaltens in Einzel- und Gruppensituationen wird angeregt. Darüber hinaus erlernen und trainieren die Teilnehmer konkrete Verhaltensweisen in sozialen Situationen und erhalten Feedback.

Lernergebnisse:

Die Master Soft Skills Workshops haben das Ziel, die Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Methodenkompetenz der Studierenden an der Fakultät für Maschinenwesen zu erweitern.

Im Bereich der Selbstkompetenz kennen und verstehen die Studierenden ihren eigenen Arbeitsstil sowie ihre Ziele, Werte und Handlungsmuster. Sie identifizieren ihre individuelle Haltung zu arbeitsrelevanten Themenbereichen und verstehen und analysieren die Beweggründe und Konsequenzen ihres Handelns. Die Studierenden übertragen die erlernten Inhalte auf ihren Lebensalltag und beurteilen eigenständig ihre Arbeitsweise und ihr Vorgehen zum Setzen von Prioritäten.

Im Bereich der Sozialkompetenz kennen und verstehen die Studierenden Modelle und Theorien zur situationsangemessenen Interaktion mit anderen Menschen. Sie können differierende Meinungen reflektieren und entwickeln ein konstruktives Konfliktverhalten. Sie beurteilen soziale Situationen und wenden das erlernte Verhalten flexibel an.

Im Bereich der Methodenkompetenz können die Studierenden Aufgaben und Probleme aufgrund einer sinnvollen Planung und Umsetzung von Lösungsstrategien adäquat erkennen, verstehen und beurteilen. Sie sind in der Lage, Ziele zu analysieren und die gewählte Strategie zielgruppenspezifisch zu vermitteln. Die Lernenden können konkrete Techniken des Präsentierens oder Moderierens anwenden und deren Eignung für die Situation bewerten.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Lehrveranstaltungen zum Modul werden in Form wissenschaftlich fundierter Workshops (Präsenzveranstaltung, Flipped- Learning) und eLearnings durchgeführt.

Lehr- und Lernmethoden, die in den Workshops Anwendung finden, sind der Dozentenvortrag sowie der eigenständige Kompetenzerwerb in Form von Partner-, Gruppen- oder Einzelaufgaben. Die Workshops werden mit aktivierenden Methoden durchgeführt, um das theoretische Wissen in Gruppenübungen wie Problemlöseaufgaben, Fallanalysen oder Simulationen zu vertiefen. In der anschließenden Reflexion oder Diskussion wird das Erlebte zusammen mit den Studierenden analysiert und bewertet und so das erfahrungsorientierte Lernen abgerundet. Durch diese Methoden erwerben die Studierenden Kompetenzen, um beispielsweise die individuelle Haltung zu arbeitsrelevanten Themenbereichen zu identifizieren, differierende Meinungen zu reflektieren.

Medienform:

Vortrag, Präsentation mit Powerpoint/ Prezi etc., interaktive Gesprächsführung über Flipchart, Whiteboard und Pinnwand, Online-Lehrmaterialien.

Literatur:

Heierle, L. (2008): Schlüsselqualifikationen an Hochschulen. Theorie, empirische Untersuchung und konzeptionelle Überlegung, Saarbrücken: VDM Verlag. Kellner,

H. (2006): Soziale Kompetenz für Ingenieure, Informatiker und Naturwissenschaftler, Wien: Carl Hanser Verlag.

Mühleisen, S. / Oberhuber N. (2005): Karrierefaktor Soft Skills, Freiburg i.Br.: Rudolf Haufe Verlag.

Modulverantwortliche(r):

Theisen, Birgit; Dr. phil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Agility - A key competence for the 21st century (SOK) (Workshop, 1 SWS)

Aepfelbacher M [L], Aepfelbacher M

Think outside the box - Bewusster Umgang mit Stereotypen (ISP) (Workshop, ,5 SWS)

Aepfelbacher M [L], Aepfelbacher M, Poetzsch L

Powerful Presentations - Creating a lasting impression (MEK) (Workshop, ,5 SWS)

Aepfelbacher M [L], Aepfelbacher M, Poetzsch L, Zauner A

Ihre Stärken überzeugen - Potentiale erkennen und nutzen (SEK-SOK-MEK-ISP) (Workshop, 1 SWS)

Poetzsch L [L], Aepfelbacher M, Poetzsch L

Resilienz - Widerstandsfähigkeit stärken und Stress vorbeugen (SEK) (Workshop, ,5 SWS)

Zauner A [L], Zauner A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2223: Soft Skill Trainings in Kooperationsprojekten | Soft Skill Trainings in Project Cooperations

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2019/20

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 2	Gesamtstunden: 60	Eigenstudiums- stunden: 44	Präsenzstunden: 16

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung wird als Studienleistung in Form der Präsenz und aktiven Teilnahme an insgesamt 16 Stunden Workshopzeit im Rahmen von Kooperationsangeboten erbracht. Kooperationsangebote können in Zusammenarbeit mit Lehrstühlen, studentischen Vereinen, Einrichtungen und Gruppen der TUM oder Unternehmen unter Beteiligung des ZSK erfolgen. Die Lehre kann dabei von Kooperationspartnern teilweise jedoch nicht vollständig übernommen werden. Die Kooperationsangebote müssen alle drei Kompetenzbereiche (Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Methodenkompetenz) abdecken. Damit soll das Erreichen der Qualifikationsziele durch das Bearbeiten der Aufgaben in den Workshops (Bearbeitung von Einzel- oder Gruppenaufgaben, Bearbeitung von Problemlöseaufgaben oder Übungen) sowie durch ergänzende Literatur zur Vor- und Nachbereitung überprüft werden. Dabei steht neben den theoretischen Grundlagen vor allem Raum für Selbstreflexion, Diskussion und Anwendung im Rahmen einer praxisnahen Fragestellung des Lehrstuhls/ Unternehmens oder der TUM Einrichtung im Fokus.

Die Kooperationsangebote können als Präsenzveranstaltungen oder Flipped-Learning Kurse angeboten werden. Für das Bestehen der Studienleistung steht prinzipiell das gesamte Masterstudium zur Verfügung.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Erfahrung mit Soft Skills Veranstaltungen auf Bachelorniveau. Bereitschaft zum Lernen mit interaktiven Lehrmethoden und Interesse an Soft Skills. Studium der empfohlenen Literatur vor Veranstaltungsbeginn.

Inhalt:

Inhalt des Moduls sind an die jeweilige Kooperation und deren Anforderungen angepasste Workshops zu den Kompetenzbereichen Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Methodenkompetenz. Beispiele des Themenspektrums sind Konfliktlösung, Teamarbeit, Kreativität oder Präsentieren. Neben theoretischem Input zu den jeweiligen Themen steht die interaktive Anwendung und Bearbeitung eines anwendungsorientierten Themas im Mittelpunkt. Die Teilnehmenden reflektieren das eigene Verhalten in Einzel- und Gruppensituationen und erlernen konkrete Verhaltensweisen zum Umgang mit realitätsnahen Situationen aus dem Kontext der jeweiligen Kooperation.

Lernergebnisse:

Die Master Soft Skills Workshops haben das Ziel, die Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Methodenkompetenz der Studierenden an der Fakultät für Maschinenwesen zu erweitern. Im Bereich der Selbstkompetenz kennen und verstehen die Studierenden ihren eigenen Arbeitsstil sowie ihre Ziele, Werte und Handlungsmuster. Sie identifizieren ihre individuelle Haltung zu arbeitsrelevanten Themenbereichen und verstehen und analysieren die Beweggründe und Konsequenzen ihres Handelns. Die Studierenden übertragen die erlernten Inhalte auf ihren Lebensalltag und beurteilen eigenständig ihre Arbeitsweise und ihr Vorgehen zum Setzen von Prioritäten. Im Bereich der Sozialkompetenz kennen und verstehen die Studierenden Modelle und Theorien zur situationsangemessenen Interaktion mit anderen Menschen. Sie können differierende Meinungen reflektieren und entwickeln ein konstruktives Konfliktverhalten. Sie beurteilen soziale Situationen und wenden das erlernte Verhalten flexibel an. Im Bereich der Methodenkompetenz können die Studierenden Aufgaben und Probleme aufgrund einer sinnvollen Planung und Umsetzung von Lösungsstrategien adäquat erkennen, verstehen und beurteilen. Sie sind in der Lage, Ziele zu analysieren und die gewählte Strategie zielgruppenspezifisch zu vermitteln. Die Lernenden können konkrete Techniken des Präsentierens oder Moderierens anwenden und deren Eignung für die Situation bewerten.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Veranstaltungen werden in Form wissenschaftlich fundierter Workshops und ggf. ergänzenden eLearning Modulen durchgeführt. Lehrmethoden, die in den Workshops Anwendung finden, sind der Dozentenvortrag, die Debatte sowie Einzel-, Partner- und Gruppenarbeit. Die Workshops werden mit aktivierenden Methoden durchgeführt. Lerngespräche, Fallanalysen und gruppendedynamische Aufgaben runden das erfahrungsorientierte Lernen in den Workshops ab.

Medienform:

Vortrag, Präsentation mit Powerpoint Folien/ Prezi etc., interaktive Gesprächsführung über Flipchart, Whiteboard und Pinnwand, Online-Lehrmaterialien.

Literatur:

Heierle, L. (2008): Schlüsselqualifikationen an Hochschulen. Theorie, empirische Untersuchung und konzeptionelle Überlegung, Saarbrücken: VDM Verlag.
Kellner, H. (2006): Soziale Kompetenz für Ingenieure, Informatiker und Naturwissenschaftler, Wien: Carl Hanser Verlag.

Mühleisen, S. / Oberhuber N. (2005): Karrierefaktor Soft Skills, Freiburg i.Br.: Rudolf Haufe Verlag.

Modulverantwortliche(r):

Theisen, Birgit; Dr. phil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Angebote Sprachenzentrum | Language Center

Englisch | English

Modulbeschreibung

SZ0413: Englisch - Professional English for Business and Technology - Management and Finance Module C1 | English - Professional English for Business and Technology - Management and Finance Module C1

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2015/16

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit:
Credits:* 3	Gesamtstunden: 90	Eigenstudiums- stunden: 60	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Grades for an oral presentation (including a handout and visual aids) (25%) , multiple drafts of two homework assignments to allow students to develop written skills by means of a process of drafting and revising texts (25% each assignment), and a final written examination (25%) contribute to the final course grade. Duration of the final examination: 60 minutes.

Wiederholungsmöglichkeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Ability to begin work at the C1 level of the GER as evidenced by a score in the range of 60 – 80 percent on the placement test at www.moodle.tum.de. (Please check current announcements as the exact percentages may vary each semester.)

Inhalt:

In this module grammatical forms are reviewed and practiced with a focus on topics of interest to students preparing for professions in business and technology branches. The module includes opportunities for students to practice both written and oral communication needed in professional life, with emphasis on career skills such as questioning techniques, negotiating, prioritizing, problem solving, and persuading, as well as aspects of intercultural communication needed for achieving professional success. Emphasis is placed on developing strategies for continued learning.

Lernergebnisse:

After completion of this module students can understand a wide range of demanding, longer texts, and recognize implicit meaning; they can express themselves fluently and spontaneously without much obvious searching for expressions; they can use language flexibly and effectively for social, academic and professional purposes and they can produce clear, well-structured, detailed text on complex subjects, showing controlled use of organizational patterns, connectors and cohesive devices.

Lehr- und Lernmethoden:

Communicative and skills oriented treatment of topics with use of group discussion, case studies, presentations, writing workshops, listening exercises, and pair work to encourage active use of language, and provide opportunities for ongoing feedback.

Medienform:

Textbook, use of online learning platform such as www.moodle.tum.de or use of Macmillan English Campus online learning resources, presentations, film viewings and audio practice.

Literatur:

Textbook and handouts.

Modulverantwortliche(r):

Heidi Minning

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Englisch - Professional English for Business and Technology - Management and Finance Module C1 (Seminar, 2 SWS)

Sanchez D

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

SZ0423: Englisch - English for Technical Purposes - Industry and Energy Module C1 | English - English for Technical Purposes - Industry and Energy Module C1

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2015/16

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit:
Credits:* 3	Gesamtstunden: 90	Eigenstudiums- stunden: 60	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Grades for an oral presentation (including a handout and visual aids) (25%), multiple drafts of two homework assignments to allow students to develop written skills by means of a process of drafting and revising texts (25% each assignment), and a final written examination (25%) contribute to the final course grade. Duration of the final examination: 60 minutes.

In the presentation, students demonstrate an awareness of Anglo-American academic public speaking conventions and are able to put these into practice; in the homework assignments, students are graded on multiple drafts of their texts based on their ability to present content clearly and succinctly taking readers' needs and writing conventions into consideration. In the final exam, they will demonstrate the ability to use complex grammatical structures and professional vocabulary correctly (e.g. are able to differentiate accurately between situations requiring formal or familiar registers and select the correct form). Dictionaries and other aids may not be used during the exam.

Wiederholungsmöglichkeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Ability to begin work at the C1 level of the GER as evidenced by a score in the range of 60 – 80 percent on the placement test at www.moodle.tum.de. (Please check current announcements as the exact percentages may vary each semester.)

Inhalt:

In this module grammatical forms are reviewed and practiced with a focus on topics of interest to students preparing for professions in business and technology branches. The module includes opportunities for students to practice both written and oral communication needed in professional life, with emphasis on career skills such as questioning techniques, negotiating, prioritizing, problem solving, and persuading, as well as aspects of intercultural communication needed for achieving professional success. Emphasis is placed on developing strategies for continued learning.

Lernergebnisse:

After completion of this module students can understand a wide range of demanding, longer texts, and recognize implicit meaning; they can express themselves fluently and spontaneously without much obvious searching for expressions; they can use language flexibly and effectively for social, academic and professional purposes and they can produce clear, well-structured, detailed text on complex subjects, showing controlled use of organizational patterns, connectors and cohesive devices.

Lehr- und Lernmethoden:

Communicative and skills oriented treatment of topics with use of group discussion, case studies, presentations, writing workshops, listening exercises, and pair work to encourage active use of language, and provide opportunities for ongoing feedback.

Medienform:

Textbook, use of online learning platform such as www.moodle.tum.de or use of Macmillan English Campus online learning resources, presentations, film viewings and audio practice.

Literatur:

Textbook and handouts.

Modulverantwortliche(r):

Heidi Minning

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Englisch - English for Technical Purposes - Industry and Energy Module C1 (Seminar, 2 SWS)
Crossley-Holland K, Hanson C

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Angebote Carl-von-Linde-Akademie | Carl-von-Linde-Akademie

Modulbeschreibung

CLA20210: Technikphilosophie | Philosophy of Technology

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2003/04

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 2	Gesamtstunden: 60	Eigenstudiums- stunden: 30	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Präsentation (30 min.), in der die Studierenden zeigen, dass sie in der Lage sind, auf Grundlage eines Textes ein technikphilosophisches Problem zu identifizieren und mit Bezug zum eigenen Fach wie zu aktuellen Kontexten zu diskutieren.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Technikphilosophie fragt nach dem, was Technik ist, wie technische Gebilde entstehen können und welche Folgen deren Verwendung hat. Das Modul bietet eine Einführung in folgende Themenfelder:

1. Mensch - Technik - Natur
2. Wissenschaft und Technik
3. Kultur der Technik
4. Technik und Ethik

Lernergebnisse:

Die Teilnehmer sind in der Lage, philosophische Probleme der Technik zu verstehen und einen Text insbesondere auf den implizierten Technikbegriff hin zu analysieren. Zudem verfügen sie über Erfahrungen in der interdisziplinären Vermittlung und Reflexion fachspezifischen Wissens.

Lehr- und Lernmethoden:

Textbasiertes Seminar, Referate, Diskussionen, Gruppenarbeit, Selbststudium insbes. Lektüre/
Erarbeitung von Texten, Online-Forum

Medienform:

Literatur:

Thomas Zoglauer (Hg.): Technikphilosophie, Freiburg/München 2002, ISBN 9783495480106.
Alfred Nordmann: Technikphilosophie zur Einführung, Hamburg 2008, ISBN 9783885066576

Modulverantwortliche(r):

Fred Slanitz

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Technikphilosophie - Texte zur Einführung (Seminar, 2 SWS)

Slanitz A

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte
campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

CLA20230: Ethik und Verantwortung | Ethics and Responsibility

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2014

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 2	Gesamtstunden: 60	Eigenstudiums- stunden: 30	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

In einem Referat (1500-200 Wörter) oder einer Präsentation (15-20 Min.) stellen die Studierenden eine Methode ethischer Urteilsbildung für mögliche Konfliktszenarien in den Problemfeldern Wissenschaft und Technik vor (Prüfungsleistung).

Wiederholungsmöglichkeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Wir treffen täglich Entscheidungen. Dabei spielen Fakten eine große Rolle, oft aber auch das sogenannte Bauchgefühl. In gesellschaftlichen Debatten um brisante Anwendungen von Wissenschaft und Technik kommt viel darauf an, beides voneinander zu unterscheiden und vor allem gute Gründe pro oder contra zu finden. Ethik leitet dazu an, mit Konflikten verantwortlich umzugehen. Aber welche Art von „Wissen“ wird dabei eingesetzt? Wie verhalten sich Recht und Ethik zueinander? Und wie lässt sich über angewandte Ethik sprechen, ohne Moral zu predigen?

Lernergebnisse:

Die Studierenden sind in der Lage mithilfe einer Methode ethischer Urteilsbildung exemplarische Konfliktszenarien auf den Problemfeldern von Wissenschaft und Technik zu beschreiben und abzuschätzen. Nach der Teilnahme am Seminar sind sie in der Lage, ethische Argumente im Hinblick auf ihre Geltungsansprüche zu unterscheiden und verantwortliche Handlungsoptionen in verständlicher und zugleich anwendungsnaher Sprache für ein ethisches Gutachten reflektiert aufzubereiten.

Lehr- und Lernmethoden:

Präsentation, Referat, Diskussion, Textanalyse

Medienform:

Literatur:

Modulverantwortliche(r):

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Einführung in die Angewandte Ethik: aktuelle Problemfelder (Seminar, 2 SWS)

Wernecke J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Angebote der Professuren im Maschinenwesen

Modulbeschreibung

MW2457: Ethikanträge in der Mensch-Technik Forschung | Ethical Proposals in Human-Machine Research [EAMTF]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2020

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 2	Gesamtstunden: 60	Eigenstudiums- stunden: 44	Präsenzstunden: 16

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung erfolgt als wissenschaftliche Ausarbeitung, bestehend aus einem 10-minütigem Referat über den entworfenen Ethikantrag und anschließender Diskussion (1/3) sowie dem schriftlich verfassten Ethikantrag (2/3).

Dadurch soll sichergestellt werden, dass die Teilnehmer z. B. die grundlegenden ethischen Konzepte nennen und erklären können, ihre eigene Forschung und Studien kritisch beleuchten und in Bezug auf die vorgestellten ethischen Themen und Konzepte hinterfragen können sowie selbständig eine Grundversion eines Ethikantrages für die Einreichung bei der Ethikkommission schreiben können.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

grundlegendes Verständnis des Spannungsfeldes zwischen menschlichen Nutzern technischer Systeme und den einhergehenden Risiken bei der Erforschung der Mensch-Technik-Interaktion in Rahmen von Probandenstudien

Inhalt:

- Theoretische und geschichtliche Hintergründe zu Ethik
- ethische Konzepte (z.B. Moral, richtig vs. falsch, Wertvorstellungen, Prinzipien, Empathie, Verantwortung)
- Anwendung ethischer Denkweise auf konkrete Problemstellungen (z. B. Studiendesign, Datenerhebung, -speicherung, -auswertung und -verbreitung)
- Schreiben eines Ethikantrages zur Vorlage bei der Ethikkommission

Lernergebnisse:

Die Teilnehmer des Seminars sind nach dem Besuch der Veranstaltung in der Lage:

- die geschichtliche Entwicklung und die grundlegende Denkweise ethischen Handelns zu benennen
- grundlegende ethische Konzepte zu nennen und zu erklären
- ihre eigene Forschung und Studien kritisch zu beleuchten und in Bezug auf die vorgestellten ethischen Themen und Konzepte zu hinterfragen
- selbständig eine Grundversion eines Ethikantrages für die Einreichung bei der Ethikkommission zu schreiben

Lehr- und Lernmethoden:

Die Veranstaltung hat Seminarcharakter und ist dreigeteilt:

Am ersten Termin (Teil 1) werden die theoretischen und geschichtlichen Hintergründe zu Ethik, deren potenzielle Anwendung im Ingenieursalltag und in der Forschung detailliert dargestellt und erläutert. Zudem wählen die Teilnehmer ein Thema aus der aktuellen Mensch-Technik Forschung und skizzieren einen ersten Entwurf des Ethikantrages.

Im Anschluss (Teil 2) an den ersten Termin haben die Teilnehmer die Möglichkeit, ihren Entwurf weiter auszubauen und die einzelnen Abschnitte zu verfeinern. Hierzu können sie sich Feedback vom Dozenten einholen (z.B. über moodle).

Am zweiten Termin (Teil 3) finalisieren die Teilnehmer ihren Antrag und stellen ihn kompakt im Plenum vor. Die Seminarleiter (Lehrstuhl + Ethikkommission) geben kritisches Feedback zur Präsentation und den Inhalten des Antrages.

Neben Präsentationen der Dozenten zu einführenden und übergeordneten Inhalten sind dabei auch die Teilnehmer angehalten ausgewählte Themen in Gruppen zu erarbeiten und zu präsentieren. Ein ausgewogener Mix aus Gruppen und Individualarbeit sowie Dozentenvorträgen und eigenen Präsentationen spiegeln somit die spätere Arbeitsweise bei der Erstellung von Ethikanträgen realitätsnah wider.

Medienform:

PowerPoint slides, digitaler Semesterapparat

Literatur:

Michael Quante: Einführung in die Allgemeine Ethik, Darmstadt 2003.

Armin Grunwald: Ethik in der Technikgestaltung. Praktische Relevanz und Legitimation. Springer, Berlin 1999.

Armin Grundwald (Hg.): Handbuch Technikethik. Metzler, Stuttgart 2013.

Modulverantwortliche(r):

Bengler, Klaus; Prof. Dr. phil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Ethikanträge in der Mensch-Technik-Forschung (Seminar, 2 SWS)

Lehsing C [L], Bengler K, Gatt-Walter M, Lehsing C, Schmidt G

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Ergänzungsfächer | Supplementary Subjects

Aus dem Wahlbereich Ergänzungsfächer sind insgesamt 9 ECTS zu erbringen, also in der Regel drei Module mit jeweils 3 ECTS. Da die aktuell gültige Liste an Ergänzungsfächern sehrumfangreich ist, enthält dieses Modulhandbuch stellvertretend für diese Vielzahl beispielhaft nur einige konkrete Modulbeschreibungen aus dem Bereich der Ergänzungsfächer. (Dieses Modulhandbuch kann von den Studierenden mit den Beschreibungen zu den jeweils tatsächlich belegten Modulen erweitert werden.)

Ergänzungsfächer | Supplementary Subjects

Modulbeschreibung

MW2443: Hochleistungsrechnen in den Ingenieurwissenschaften | High Performance Computing in Engineering [HPC]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2019/20

Modulniveau: Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 140	Eigenstudiums- stunden: 95	Präsenzstunden: 45

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung wird in Form einer Übungsleistung erbracht. Diese besteht aus drei kurzen schriftlichen Berichten (jeweils 2-6 Seiten) von Projektarbeiten (Programmieraufgaben mit zugehöriger Performance-Modellierung) und einer jeweils dazu stattfindenden mündlichen Diskussion. Der zentrale Bestandteil des schriftlichen Berichts ist die Quantifizierung der Ergebnisse aus den Projektarbeiten im Vergleich zu den vorhergesagten Möglichkeiten der Hardware, etwa mit Hilfe von Hardware-Performance-Countern. Damit zeigen die Studierenden, dass sie z. B. Implementierungen von numerischen Algorithmen und ihre Ausführung auf modernen parallelen Rechnern charakterisieren können, die Performance eines Algorithmus anhand der Hardwareeigenschaften vorhersagen sowie die tatsächlich erreichte Performance mit Profiler-Tools verifizieren können.

Nach Erstellung des Berichtes werden die Implementierung und Ergebnisse mit dem Dozenten diskutiert. Damit wird überprüft, ob die Studierenden Unterschiede zwischen Performance-Modellen und tatsächlicher Ausführungs geschwindigkeit kategorisieren können sowie Programmier Techniken zum Schreiben von performantem Code beherrschen.

Die Gesamtnote setzt sich zusammen aus der Note der drei Berichte und den anschließenden mündlichen Diskussionen mit je 1/3 Gewicht.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Grundkenntnisse in C/C++ sind erforderlich. Außerdem werden die Inhalte der Vorlesungen Höhere Mathematik 1-3 sowie Numerische Methoden für Ingenieure oder vergleichbaren Veranstaltungen vorausgesetzt.

Inhalt:

Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung werden wichtige Techniken im Hochleistungsrechnen eingeführt mit Schwerpunkt auf numerischen Algorithmen. Die zwei entscheidenden Zutaten dafür sind die Optimierung der sequentiellen Performance, gestützt durch geeignete Modellierung, und die Skalierung bei paralleler Ausführung. Es werden die folgenden Themengebiete besprochen:

- Aufbau und Eigenschaften moderner Mehrkernprozessoren
- Supercomputer als Zusammenschluss von Prozessoren über schnelle Netzwerke
- Profiling von Code zum Verstehen der Ausführung auf der Hardware
- Klassifizierung von Algorithmen bezüglich der begrenzenden Ressource
- Roofline-Performance-Modell
- STREAM-Benchmark
- Optimierung der Matrix-Matrix-Multiplikation
- Optimierung eines konjugierten Gradientenverfahrens

Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Teilnahme an der Lehrveranstaltung Hochleistungsrechnen in den Ingenieurwissenschaften sind die Studierenden in der Lage,

- Implementierungen von numerischen Algorithmen und ihre Ausführung auf modernen parallelen Rechnern zu charakterisieren,
- die Performance eines Algorithmus anhand der Hardwareeigenschaften vorherzusagen,
- die tatsächlich erreichte Performance mit Profiler-Tools zu verifizieren,
- Unterschiede zwischen Performance-Modellen und tatsächlicher Ausführungszeit zu kategorisieren, sowie
- Programmiertechniken zum Schreiben von performantem Code zu beherrschen.

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul besteht aus einer Vorlesung. Darin werden die theoretischen Grundlagen zum Hochleistungsrechnen als Vortrag mittels Powerpoint-Präsentation vermittelt. Den Studierenden wird dazu ein Skript zur Verfügung gestellt, das den Vortrag unterstützt und das durch eigene Notizen ergänzt werden kann. Dadurch lernen die Studierenden die Schlüsselkonzepte sowie die Eigenschaften der Hardware kennen. Algorithmen und Implementierungen werden an praktischen Beispielen auf den Laptops der Studierenden bzw. via Login auf Parallelrechnern des Lehrstuhls selbst untersucht und charakterisiert. Ein Teil der Themen werden in Zusammenarbeit mit dem Leibniz-Rechenzentrum besprochen. Damit lernen die Studierenden hilfreiche Programmiertechniken und die Verbindungen zwischen den theoretischen Performancemodellen und der eigentlichen Ausführung am Rechner.

Medienform:

Vorlesung, Präsentationen am Tablet-PC, Programmierbeispiele in C++, Arbeit auf Parallelrechnern via Shell

Literatur:

Georg Hager, Gerhard Wellein: Introduction to High Performance Computing for Scientists and Engineers, Chapman & Hall/CRC Press, 2011

Modulverantwortliche(r):

Wall, Wolfgang A.; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2461: Machine Learning and Uncertainty Quantification for Physics-Based Models | Machine Learning and Uncertainty Quantification for Physics-Based Models [MLUQPBM]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

Modulniveau: Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 3	Gesamtstunden: 90	Eigenstudiums- stunden: 60	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Endnote basiert auf einer Präsentation (60min + Diskussion, PowerPoint o.Ä.). Anhand eines ausgewählten papers sollen die Studierenden ihr Verständnis der wichtigsten theoretischen Konzepte verschiedenster Machine Learning Methoden demonstrieren. Sie sollten dazu in der Lage sein, die präsentierten Ergebnisse kritisch zu bewerten und die Grundidee des papers in einem breiteren inhaltlichen Rahmen zu diskutieren, indem sie methodische Vor- und Nachteile, Einschränkungen und Übertragbarkeit auf andere Probleme kommentieren. Darüber hinaus wird von den Studierenden die Fähigkeit erwartet, auf Fragen und Anregungen in einer Diskussion mit dem Publikum kompetent zu antworten.

Wiederholungsmöglichkeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Es werden fortgeschrittene Themen in Machine Learning, Statistik und Numerik von PDEs behandelt, daher wird ein Grundverständnis in diesen Bereichen vorausgesetzt, z.B. die Kurse MA1401, MA3303, IN2346. Idealerweise verfügen die Teilnehmer über Vorkenntnisse aus folgenden Kursen:

- Numerische Methoden der Unsicherheitsquantifizierung (MA5348)
- Physikbasiertes Machine Learning (MW2450)

Inhalt:

Machine Learning und Unsicherheitsquantifizierung sind in modernen wissenschaftlichen und technischen Anwendungen allgegenwärtig. In den vergangenen beiden Jahrzehnten hat sich die Unsicherheitsquantifizierung für komplexe physikalische Prozesse rasch entwickelt, wobei der

Schwerpunkt auf in den Ingenieurwissenschaften etablierten gitterbasierten Modellen wie z.B. Finiten Elementen Modellen liegt. Im Gegensatz dazu wurden Machine Learning Techniken nicht traditionell für physikbasierte Modelle angewandt. Die jüngste Zunahme datengetriebener Modelle, die auf Machine Learning Techniken wie z.B. Deep Learning basieren, verändert die Landschaft der Computer- und Ingenieurwissenschaften. Es werden immer mehr hybride Modelle entwickelt, die auf neuronalen Netzen basieren und schon jetzt traditionelle Methoden verbessern. In diesem Seminar erörtern wir theoretische und rechnerische Aspekte, die sich aus der Kombination von PDE-basierten Modellen und neuronalen Netzen ergeben, insbesondere sogenannte "Physics-Informed Neural Networks" (PINNs), neuronale Netze zur näherungsweisen Lösung von PDEs sowie Anwendungen in Unsicherheitsquantifizierung und Turbulenzmodellen.

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls werden die Studierenden dazu in der Lage sein,

- die jüngsten Fortschritte auf dem Gebiet des Machine Learning und der Unsicherheitsquantifizierung für physikbasierte Modelle zu demonstrieren
- die Grundideen verschiedener Machine Learning Methoden zu verstehen
- die verschiedenen Methoden hinsichtlich Anwendungsbereich, Vor-/Nachteile, Limitationen, etc. zu vergleichen
- wissenschaftliche Themen mit rhetorischer Sicherheit zu präsentieren

Lehr- und Lernmethoden:

Jede Woche wird im Kurs ein anderes Paper diskutiert. Nach der Präsentation durch die Studenten findet eine von den Dozenten moderierte Diskussion in der Gruppe statt. Die Studierenden werden daher nicht nur die neuesten Entwicklungen auf dem Gebiet des maschinellen Lernens kennenlernen, sondern auch, wie man eine wissenschaftliche Arbeit erfolgreich präsentiert. Im Rahmen der Diskussion werden auch Verbindungen zu anderen Methoden hergestellt und kritische Vergleiche angestellt. Mögliche Verbesserungen und andere Anwendungsbereiche werden ebenfalls diskutiert. So sollen die Studierenden z.B. lernen, die Hauptideen verschiedener Machine Learning Methoden zu verstehen sowie die Methoden hinsichtlich ihres Einsatzbereichs, ihrer Vor- und Nachteile, Einschränkungen usw. zu vergleichen und zu bewerten.

Medienform:

Die Liste der Paper, die im Seminar diskutiert werden.

Literatur:

Das im Seminar diskutierte Material basiert auf aktuellen Forschungsarbeiten, die online auf Moodle bereitgestellt werden.

Modulverantwortliche(r):

Zavadlav, Julija; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Machine Learning and Uncertainty Quantification for Physics-Based Models (Seminar, 2 SWS)

Zavadlav J, Ullmann E

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2466: Elektrische Antriebstechnik in der Automatisierungstechnik - Auswahl und Auslegung | Electric Drive Technology in Automation Engineering - Selection and Design

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 3	Gesamtstunden: 90	Eigenstudiums- stunden: 60	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung erfolgt in Form einer mündlichen Prüfung (Gruppenprüfung, jeweils 15 min, keine Hilfsmittel sind erlaubt). Die Studierenden sollen durch Beantwortung von Fragen beispielsweise demonstrieren, dass sie grundlegende Vorgehensweisen im Innovationsmanagement für mechatronische Systeme verstehen und aus der technischen sowie aus der kaufmännischen Sicht analysieren können sowie Strategien zur Auswahl geeigneter Antriebslösungen in Anhängigkeit von Anforderungen unterschiedlicher Applikationsdomänen verstehen.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Ein vorausgehender Besuch der Lehrveranstaltungen „Grundlagen der Technischen Elektrizitätslehre für MW“, „Regelungstechnik“ sowie „Automatisierungstechnik 1“ werden dringend empfohlen.

Inhalt:

Im Rahmen des Moduls wird die Frage behandelt, wie Innovationen für die Automatisierung von Maschinen und Anlagen als Beispiele komplexer mechatronischer Systeme besser umgesetzt werden können – insbesondere im Bereich der Antriebstechnik und in interdisziplinären, internationalen Teams. Dabei steht der langfristige Betrieb von Maschinen im Vordergrund: Verschleiß, Korrosion, Betriebsfestigkeit (Risse), Flexibilität zur Anpassung an sich ändernde Randbedingungen, etc. müssen von Beginn an im Entwicklungsprozess berücksichtigt werden. Der Fokus liegt hierbei auf der Vermittlung von Strategien zur Auswahl geeigneter

Antriebslösungen in Anhängigkeit von Anforderungen unterschiedlicher Applikationsdomänen, deren funktionsorientierter Modularisierung und deren geplanter, disziplinübergreifender Wiederverwendung. Einen zentralen Aspekt stellt dabei die funktionsorientierte Herangehensweise im Entwicklungsprozess dar, da Funktionen als disziplinunabhängige Beschreibung bereits in frühen Entwicklungsphasen eine ideale Kommunikationsbasis für interdisziplinäre Teams darstellen und zudem durch die Nachverfolgung von Funktionsketten Designfehler identifiziert werden können. Um die Evolution der Maschinen und Anlagen sicherzustellen, wird das Innovations- und Technologiemanagement aus Sicht der Antriebstechnik von der Idee bis zum fertigen Produkt betrachtet. Die Themen werden nicht nur aus der technischen Perspektive (Antriebsalternativen in Gegenüberstellung zu domänenspezifischen Anforderungen sowie im interdisziplinären Entwicklungsprozess), sondern auch von der kaufmännischen Seite her erarbeitet: Kostenstellen, Kostenarten, Kostenanalyse (Material und Prozesskosten) sind ebenfalls Thema des Moduls.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme am Modul „Elektrische Antriebstechnik in der Automatisierungstechnik - Auswahl und Auslegung“ sind die Studierenden in der Lage, grundlegende Vorgehensweisen im Innovationsmanagement für mechatronische Systeme zu verstehen und aus der technischen sowie aus der kaufmännischen Sicht (Kostenstellen, Kostenarten, Kostenanalyse (Material und Prozesskosten)) zu analysieren. Sie verstehen verschiedene Strategien zur Auswahl geeigneter Antriebslösungen in Anhängigkeit von Anforderungen und Randbedingungen unterschiedlicher Applikationsdomänen und können das Innovations- und Technologiemanagement aus Sicht der Antriebstechnik über den gesamten Entwicklungszyklus eines Produkts bewerten.

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul besteht aus seiner Vorlesung, in der mittels Präsentationen und Tafelanschrieb die theoretischen Grundlagen elektrischer Antriebstechnik in der Automatisierungstechnik erläutert werden. Durch Diskussionsrunden und praktischen Übungen werden die Studierenden zur aktiven Teilnahme ermuntert. Sie sollen dadurch lernen, grundlegende Vorgehensweisen im Innovationsmanagement für mechatronische Systeme zu verstehen und aus der technischen sowie aus der kaufmännischen Sicht zu analysieren sowie Strategien zur Auswahl geeigneter Antriebslösungen in Anhängigkeit von Anforderungen unterschiedlicher Applikationsdomänen zu verstehen.

Medienform:

Literatur:

- [1] Brosch, Peter F.: Moderne Stromrichterantriebe Antriebssystem, Leistungselektronik, Maschinen, Mechatronik und Motion Control, Arbeitsweise drehzahlveränderbarer Antriebe mit Stromrichtern und Antriebsvernetzung, 5., überarbeitete und erweiterte Auflage. Würzburg: Vogel, 2008
- [2] Weidauer, J.: Elektrische Antriebstechnik: Grundlagen, Auslegung, Anwendungen, Lösungen. 4., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Erlangen: Publicis Pixelpark, 2019

- [3] Constantinescu-Simon, L., Fransua, A., Saal, K.: Elektrische Maschinen und Antriebssysteme, Komponenten Systeme, Anwendungen. Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg, 1999
- [4] Kiel, E.: Antriebslösungen: Mechatronik für Produktion und Logistik - Antriebslösungen: Mechatronik für Produktion und Logistik. Berlin/Heidelberg/New York: Springer, 2007
- [5] Groß, H.; Hamann, Jens; Wiegärtner, G. Elektrische Vorschubantriebe in der Automatisierungstechnik: Grundlagen, Berechnung, Bemessung. Berlin/München: Verlag Publicis Kommunikationsagentur GmbH, 2006

Modulverantwortliche(r):

Vogel-Heuser, Birgit; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Elektrische Antriebstechnik in der Automatisierungstechnik – Auswahl und Auslegung (Vorlesung, 2 SWS)

Neumann E, Stelter P

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2478: Hydrodynamic Stability | Hydrodynamic Stability [StrömInstab]

Theoretische Beschreibung von Stabilitätsproblemen in der Strömungsmechanik und angrenzenden Feldern

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2021

Modulniveau: Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 3	Gesamtstunden: 90	Eigenstudiums- stunden: 60	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung findet in Form einer Übungsleistung statt. Diese umfasst (1) 4 Hausaufgabeneinheiten zu theoretischen und analytischen Aufgabenstellungen, die selbständig gelöst werden müssen und zu individuellen Abgabeterminen eingereicht werden müssen (40% der Note), (2) eine schriftliche Ausarbeitung zu 2 Veröffentlichungen über eine stabilitätstheoretische Fragestellung (20% der Note) und (3) eine schriftliche Abschlussprüfung (40% der Note, Dauer 30 Minuten). Die Leistungen werden zu einer Note entsprechend der Gewichtung zusammengefasst. Damit sollen die Studierenden nachweisen, dass sie beispielsweise in der Lage sind, unterschiedliche theoretische Herangehensweisen an die mathematische Beschreibung von modalen und nicht-modalen Instabilitäten beherrschen und die erlernten Konzepte einsetzen können, um nicht-lineare Störungsentwicklungen beschreiben zu können, die z.B. zum laminar-turbulenten Strömungsumschlag führen.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Fluidmechanik 1, Fluidmechanik 2, Grenzschichttheorie (Letzteres ist nicht notwendig aber sinnvoll)

Inhalt:

- Erhaltungsgleichungen
- Modalanalyse
- Lineare Stabilitätsanalyse
- Primäre Instabilitäten in Scherströmungen
- Sekundäre Instabilitäten

- Absolute und konvektive Instabilitäten
- Nichtlineare Instabilität
- nicht-modales Wachstum (transient growth)
- laminar-turbulente Transition
- thermo-akustische Instabilitäten

Lernergebnisse:

Studierende sollen (1) ein theoretisches und physikalisches Verständnis von linearen und nichtlinearen Instabilitäten entwickeln, (2) das Zustandekommen von Instabilitäten im strömungsmechanischen Umfeld erklären können, (3) unterschiedliche theoretische Herangehensweisen an die mathematische Beschreibung von modalen und nicht-modalen Instabilitäten kennen und beherrschen, (4) die erlernten Konzepte einsetzen können, um den laminar-turbulenten Strömungsumschlag erklären zu können, (5) die hauptsächlichen Umschlagsmechanismen anhand von industriellen Beispielen und natürlichen Vorgängen in astronomischen und geophysikalischen Zusammenhängen beschreiben können.

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul besteht aus einer Vorlesung. Diese findet als darbietendes Lehrverfahren mit begleitendem online Material statt. Dieses wird den Studierenden rechtzeitig zur Verfügung gestellt. In der Vorlesung werden die theoretischen Grundlagen zu Strömungsinstabilitäten behandelt. Damit die Studierenden beispielsweise lernen, unterschiedliche theoretische Herangehensweisen an die mathematische Beschreibung von modalen und nicht-modalen Instabilitäten zu beherrschen und die erlernten Konzepte einzusetzen, um den laminar-turbulenten Strömungsumschlag erklären zu können, bearbeiten sie zudem Hausaufgaben und eine Projektarbeit. Dazu erhalten Sie eine praktische Anleitung. Mit Hilfe von individueller und Gruppenarbeit implementieren sie numerischen Methoden und lernen deren Programmierung.

Medienform:

Multimedial gestützter Frontalunterricht,
Online Materialien

Literatur:

- Introduction to Hydrodynamic Stability, Drazin, Cambridge University Press (2012). DOI: 10.1017/CBO9780511809064
- Hydrodynamic and Hydromagnetic Stability, Chandrasekhar S., Dover (1990).
- Theory and Computation of Hydrodynamic Stability, Criminale, W.O., Jackson, T.L., and, Joslin, R. D., Cambridge University Press (2010).
- Stability and Transition in Shear Flows, Schmid and Henningson, Springer-Verlag (2001).
- Instabilities of Flows and Transition to Turbulence, Sengupta, T.K., CRC Press (2012). DOI: 10.1201/b11900
- Advances in Transitional Flow Modeling: Applications to Helicopter Rotors Sheng, C., Springer International Publishing (2017). DOI: 10.1007/978-3-319-32576-7

Modulverantwortliche(r):

Stemmer, Christian; Apl. Prof. Dr.-Ing. habil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2481: Methodenseminar Sporttechnologie | Methods Seminar Sports Engineering

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2021

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 3	Gesamtstunden: 90	Eigenstudiums- stunden: 60	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer Projektarbeit. Beurteilt wird die individuelle Leistung innerhalb des Gruppenprojekts. Beurteilungskriterien sind der eingebrachte Arbeitsumfang, der kreative Anteil an den erzielten Ergebnissen, das teamspezifische Verhalten, die Einhaltung von Terminvorgaben, die Qualität der Ergebnisse des individuellen Arbeitspakets, sowie die Güte der abschließenden Präsentation (immanenter Prüfungscharakter). Bei der Präsentation soll der theoretische Hintergrund, die methodische Umsetzung, die Auswertung und die Interpretation des durchgeführten Gruppenprojektes dargestellt und begründet werden. Mit der Projektarbeit wird z. B. überprüft, ob die Studierenden ausgewählte Methoden und Messverfahren zur Lösung typischer Fragestellungen im Bereich des Sports Engineering praktisch anwenden und kritisch bewerten können.

Wiederholungsmöglichkeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

- Formulierung von Forschungsfragen im Bereich des Sports Engineering
- Entwicklung einer wissenschaftlichen Vorgehensweise zur Beantwortung der formulierten Forschungsfrage (Studiendesign und -planung)
- Vertiefte Auseinandersetzung mit Methoden, Messverfahren und Technologien des Sports Engineering
- Kennenlernen typischer Schwierigkeiten beim Durchführen von Messungen am Menschen und Feldversuchen
- Erhebung und Aufbereitung von Daten mit Matlab, LabVIEW, Excel und DIAdem

- Wissenschaftliche Darstellung der Vorgehensweise und der erzielten Ergebnisse

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage, ausgewählte Methoden und Messverfahren zur Lösung typischer Fragestellungen im Bereich des Sports Engineering praktisch anzuwenden und kritisch zu bewerten. Sie sind in der Lage, aus allgemein formulierten Problemstellungen im Bereich Sporttechnologie konkrete wissenschaftliche Vorgehensweisen zu entwickeln und diese angemessen zur Darstellung für Dritte aufzubereiten.

Lehr- und Lernmethoden:

Im Zentrum dieses Seminars steht eine 3-tägige Versuchsreihe, die im Bayerischen Alpenraum stattfinden wird. Verschiedene, vom Umfang begrenzte Forschungsfragen zum Thema Outdoor-Sport (insbesondere Rad-, Ski- und Laufsport) werden in der Vorbereitung auf diese Exkursion gemeinsam ausgearbeitet und methodisch zugänglich gemacht. Dabei können Prototypen von Sportgeräten als auch von Messgeräten zum Einsatz kommen und/oder neue Produkte des Sportartikelmarktes in wissenschaftlich orientierten Praxistests bewertet werden. Dazu müssen sowohl objektive Daten (Materialkennwerte, biomechanische oder physiologische Parameter), als auch subjektive Bewertungen einbezogen werden. Da gemäß Prüfungsmodus die individuelle Leistung zu bewerten ist, wird das Gesamtprojekt in kleinere Teilprojekte aufgeteilt, die alleine oder als Zweiergruppe, jedoch in enger Abstimmung mit den anderen Gruppen, zu bearbeiten sind. Die geplante Untersuchung wird durch mindestens 4 Präsenztermine vorbereitet und im Rahmen des Eigenstudiums werden die beim Feldversuch erhobenen Daten ausgewertet. Eine Abschlusspräsentation der gesamten Gruppe illustriert die Ziele, den theoretischen Hintergrund, die Methoden und die Ergebnisse des Gesamtprojekts sowie der Teilprojekte, diskutiert sie und leitet angemessene Schlussfolgerungen ab.

Medienform:

Power-Point Präsentation, Fallbeschreibungen, schriftliche Literatur in Form eines Semesterapparats

Literatur:

Die für das Seminar notwendigen Unterlagen werden im Verlauf des Seminars bekannt gegeben.

Modulverantwortliche(r):

Senner, Veit; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Methodenseminar Sporttechnologie (Seminar, 2 SWS)

Senner V [L], Senner V, Wohlgut V

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Hochschulpraktika | Lab Courses

Aus dem Wahlbereich Hochschulpraktika sind mindestens 8 ECTS zu erbringen, also in der Regel zwei Module mit jeweils 4 ECTS. Da die aktuell gültige Liste an Hochschulpraktika sehrumfangreich ist, enthält dieses Modulhandbuch stellvertretend für diese Vielzahl beispielhaft nur einige konkrete Modulbeschreibungen aus dem Bereich der Hochschulpraktika. (Dieses Modulhandbuch kann von den Studierenden mit den Beschreibungen zu den jeweils tatsächlich belegten Modulen erweitert werden.)

Hochschul-Praktika | Lab Courses

Modulbeschreibung

MW2430: Praktikum Batterieproduktion | Laboratory Production [LIBP]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2019/20

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiums- stunden: 60	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer Laborleistung. Diese beinhaltet vier schriftliche Kurztests, die zu Beginn der Praktikumstermine 2 bis 5 durchgeführt werden. (Bearbeitungsdauer jeweils 15 Minuten, als Hilfsmittel kann ein nichtprogrammierbarer Taschenrechner und ggf. ein Fremdsprachen-Wörterbuch verwendet werden). Außerdem ist von jedem Teilnehmer ein Laborbericht (Umfang ca. 4 Seiten) anzufertigen.

Die Gewichtung der Leistungen teilt sich dabei zu je 15 % auf die vier Kurztests (Termine 2-5) und insgesamt 40 % auf den Laborbericht auf.

In den Kurztests zeigen die Studierenden anhand von Verständnisfragen, dass sie die Abfolge und Relevanz der einzelnen Prozessschritte innerhalb der Prozesskette zur Herstellung von Lithium-Ionen-Zellen verstanden haben und Eingangs- und Ausgangsgrößen über Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge verknüpfen können. Durch Rechenaufgaben erfolgt die Quantifizierung dieser Zusammenhänge mit direktem Bezug zu den praktischen Elementen des Praktikums (bspw. Bilanzierung der Elektroden-schichten durch Berechnung der Flächenbeladung).

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Vorerfahrungen im Bereich elektrische Energiespeicher und Produktionstechnik empfohlen

Inhalt:

Das Gesamtziel des Praktikums liegt darin, den Teilnehmern sämtliche Prozessschritte in der Produktion von Lithium-Ionen-Batterien näher zu bringen. Dabei wird die Prozesskette inklusive wichtiger Prozessparameter und Einflussfaktoren theoretisch erarbeitet und gleichzeitig durch Praxisteile an der Batterie-Pilotlinie des iwB ergänzt. Außerdem wird durch die aktuellen

Forschungsthemen entlang der Prozesskette zu einer weiterführenden Auseinandersetzung mit dem Themengebiet Zellfertigung motiviert. Im Rahmen des Praktikums wird den Teilnehmern außerdem die Möglichkeit gegeben, die Auswirkungen einzelner Prozessschritte auf die elektrochemischen Eigenschaften von Laborzellen zu testen.

Lernergebnisse:

Am Ende des Praktikums sind die Studierenden in der Lage:

- Die Wirkungsweise einer Lithium-Ionen-Batterie wiederzugeben
- Zusammenhänge in der Lithium-Ionen-Batterieproduktion zu verstehen
- Die Elektrodenfertigung zur Herstellung einer Lithium-Ionen-Zelle zu analysieren
- Die Zellausschließung zur Herstellung einer Lithium-Ionen-Zelle zu analysieren
- Eigenschaften einer Batteriezelle anhand von Zelltests mit den Herstellungsprozessen zu korrelieren

Lehr- und Lernmethoden:

Praktikum mit begleitender Vorlesung

Präsentationen und Vorträge

Arbeitsblätter

Gruppen- und Einzelarbeit

Medienform:

The module takes the form of an internship. On the internship dates, short lectures in the form of presentations and lectures are held to explain the theoretical basics of lithium-ion battery production. The students are provided with worksheets which they are to work on, for example in order to reproduce the mode of action of a lithium-ion battery and to understand connections in lithium-ion battery production.

The battery cells are then produced in groups and individually. The students learn to analyse the electrode production for the production of a lithium ion cell and the cell assembly for the production of a lithium ion cell as well as to correlate the properties of a battery cell with the production processes on the basis of cell tests.

Literatur:

Korthauer, Reiner (Hrsg.) Handbuch Lithium-Ionen-Batterien. ISBN 978-3-642-30653-2

Modulverantwortliche(r):

Daub, Rüdiger; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Praktikum Batterieproduktion (Praktikum, 2 SWS)

Daub R [L], Daub R, Hagemeister J, Kriegler J

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2436: Mobilitätsdatenanalyse | Mobility Data Analysis [MDA]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2019/20

Modulniveau:	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiums- stunden: 90	Präsenzstunden: 30

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer Übungsleistung. Diese besteht aus kurzen schriftlichen Testaten (Beantwortung von Kurzfragen, 25 Punkte, 10 min, keine Hilfsmittel erlaubt), Hausaufgaben (Programmierprojekt, 25 Punkte, alle Hilfsmittel erlaubt) und einem kurzen Abschlussprojekt (90 Punkte).

Die Überprüfung von Fakten-, Detailwissen und dessen Anwendung (angelehnt an die bereits durchgeführten Übungen) erfolgt jeweils zu Beginn des Folgetermins entweder in Form eines Testats oder einer Hausaufgabe (wird rechtzeitig bekannt gegeben). Damit demonstrieren die Studierenden, dass sie z. B. die wesentlichen Elemente einer Datenanalyse Pipeline für Mobilitätsdaten benennen können und die grundlegenden Elemente von GIS sowie verschiedene Möglichkeiten und Formate der Datensammlung, Aggregation und Speicherung kennen und verwenden können. Nach dem letzten Termin wird ein bewertetes Abschlussprojekt (Bearbeitung einer vorgegebenen Programmieraufgabe) durchgeführt. Damit zeigen die Studierenden, dass sie die gelernten statistischen Auswertungsmethoden der Mobilitätsdatenanalyse und einfache Machine Learning Verfahren zur Klassifikation selbstständig anwenden und die erhobenen Daten auswerten können. Die Gesamtnote bildet sich aus der Punktesumme aus drei Testaten, drei bewerteten Hausaufgaben und dem Abschlussprojekt.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Python Grundkenntnisse

Inhalt:

- Grundlagen der (Geo-) Datenanalyse
- OSM/GIS

Methoden in der Datenanalyse und Visualisierung

- Räumlich-zeitliche Daten und Clustering/Heatmaps
- Experiment 1: Datenerfassung und Fahrverhalten
- Experiment 2: Persönliche Mobilitätsdatenanalyse
- Projekt: Klassifizierung durch maschinelles Lernen

Lernergebnisse:

Datenanalyse Pipeline für Mobilitätsdaten zu benennen und ein entsprechendes Framework mit Open-Source Software aufzubauen. Darüber hinaus kennen die Studierenden verschiedene Möglichkeiten und Formate der Datensammlung, Aggregation und Speicherung. Sie sind in der Lage, selbstständig Mobilitätsaufzeichnungen durchzuführen und die gesammelten Daten auszuwerten. Sie beherrschen für diesen Zweck neben klassischen statistischen Auswertungsmethoden auch weitere – speziell für Mobilitätsdaten relevante – Methoden wie die Hotspotanalyse, das Räumliche Clustering, Geo-Fencing und einfache Machine Learning Verfahren zur Klassifikation von Fortbewegungsarten. Durch die Anwendung der genannten Methoden können sie die gesammelten Daten kritisch anhand üblicher Kenngrößen hinterfragen und entsprechende Visualisierungen generieren.

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul findet in Form eines Praktikums statt. Ein Praktikumstermin findet dabei je nach Termin in 1-2 Blöcken statt. Jeder Block beginnt mit der Erläuterung theoretischer Grundlagen zur Mobilitätsdatenanalyse in frontaler Wissensvermittlung mittels Präsentation und Live-Programmierung. Anschließend bearbeiten die Studierenden konkrete Aufgaben aus der Praxis in Form von betreuter Einzel- und Gruppenarbeit. In zwei Sonderterminen werden Versuche zur Mobilitätsdatenanalyse durchgeführt, wobei die Studierenden unter Aufsicht aktiv an der Versuchsdurchführung teilnehmen. Mit diesen Methoden lernen die Studierenden also beispielsweise, die wesentlichen Elemente einer Datenanalyse Pipeline für Mobilitätsdaten kennen und sind in der Lage selbst ein entsprechendes Framework mit Open-Source Software aufzubauen. Sie lernen die verschiedenen Möglichkeiten und Formate der Datensammlung, Aggregation und Speicherung kennen und können selbstständig Mobilitätsaufzeichnungen durchführen und die gesammelten Daten vorverarbeiten und auswerten.

Medienform:

- Powerpoint-Präsentationen
- Jupyter-Notebooks
- Arbeit lokaler PC mittels Remote-Zugriff auf Serveranwendungen
- Arbeiten mit Python

Literatur:

- Thomas A. Runkler, Data Mining: Methoden und Algorithmen intelligenter Datenanalyse, Vieweg+Teubner Verlag (2010)
- Baoguo Yang, Yang Zhang in Advanced Data Mining and Applications (2010)

Modulverantwortliche(r):

Lienkamp, Markus; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Praktikum Mobilitätsdatenanalyse (Modul MW2436) (Praktikum, 4 SWS)

Diermeyer F [L], Lienkamp M

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2438: Mobile Robotik in der Intralogistik | Mobile Robotics in Intralogistics [PMR]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2019/20

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiums- stunden: 60	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Modulprüfung erfolgt in Form einer Übungsleistung (Testat in Form eines eTests auf Moodle, Bearbeitungsdauer 60 Minuten, keine Hilfsmittel erlaubt) nach Abschluss der Lernmodule des Praktikums. Darin sollen die Studierenden durch Beantworten von Fragen demonstrieren, dass sie Anwendungsfelder mobiler Robotik im Kontext der Intralogistik beschreiben können und die grundlegende Technik sowie Zusammenhänge und Herausforderungen beim Einsatz mobiler Roboter in der Intralogistik erklären können. Das Beantworten der Fragen erfordert teils eigene Formulierungen und teils das Auswählen aus vorgegebenen Mehrfachantworten.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Im Praktikum sind gute Deutschkenntnisse notwendig, um den Inhalten folgen zu können und somit die Anforderungen erfüllen zu können.

Grundlegende Programmiererfahrung hilft bei der Bearbeitung der Praktikumsaufgaben, ist aber nicht zwingend erforderlich.

Inhalt:

- Überblick über die Anwendungsfelder und Einsatzbereiche mobiler Roboter im Bereich der Intralogistik
- Erarbeitung der grundlegenden Bausteine mobiler Roboter (Interaktion, Steuerung, Kinematik, Lokalisierung, Navigation, Maschinelle Wahrnehmung) anhand theoretischer Grundlagen, Praxisbeispielen und praktischer Übungen
- Lösen von aus der Praxis abstrahierten Aufgaben der Intralogistik in Kleingruppen mit einem auf dem Raspberry Pi basierenden Controller (BrickPi) und Lego Mindstorms EV3 Komponenten durch Kombination des gelernten Wissens im Rahmen einer zweitägigen Projektarbeit („Challenge“)

Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage:

- Anwendungsfelder mobiler Robotik im Kontext der Intralogistik zu verstehen und zu beschreiben
- Grundlegende Technik, Zusammenhänge und Herausforderungen beim Einsatz von mobilen Robotern zu erklären
- Verschiedene Bausteine mobiler Roboter mithilfe eines auf dem Raspberry Pi basierenden Controllers (BrickPi) und Lego Mindstorms EV3 Komponenten in der Praxis zu kombinieren, um Lösungen für grundlegende Problemstellungen aus der Intralogistik zu entwerfen und beispielhaft umzusetzen

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul findet in Form eines Praktikums statt. Zunächst werden die theoretischen Grundlagen mobiler Robotik mit Fokus auf die Intralogistik anhand der jeweils zweckdienlichsten Kombination aus Vortrag und Diskussion erklärt.

Die praktische Anwendung und Festigung der Theorieinhalte erfolgt durch selbstständige Entwicklung von Roboterprogrammen im Rahmen von Übungen und einer Projektarbeit in Teams („Challenge“). Dafür werden ein auf dem Raspberry Pi basierender Controller (Brick Pi) sowie Sensoren und Aktoren von Lego Mindstorms EV3 eingesetzt. Die Programmierung erfolgt in Python.

Im Rahmen der Übungen erstellen die Studierenden lernmodulspezifische Programme, um durch Anwendung der behandelten Theorie praktische Kenntnisse in den einzelnen Bereichen aufzubauen. Basierend auf den so erarbeiteten Fähigkeiten wird anschließend in der Challenge von den Studierenden ein Gesamtprogramm für den BrickPi zur Lösung einer aus der Praxis abstrahierten Aufgabenstellung aus der Intralogistik erstellt. Dafür wird eine künstliche Versuchsumgebung aufgebaut, welche Umgebungsbedingungen aus der Praxis beispielhaft nachstellt. Im Rahmen der Challenge können die Studierenden zeigen, dass Sie die Relevanz verschiedenen Bausteine verstehen und diese in der Praxis kombinieren können.

Alle Lehrmaterialien sowie weiterführende Informationen werden online zur Verfügung gestellt.

Medienform:

PowerPoint Präsentation via Beamer, Übungsunterlagen, Roboter mit BrickPi Controller und Lego Mindstorms EV3 Komponenten, künstliche Versuchsumgebung

Literatur:

Thrun, Sebastian, Wolfram Burgard, and Dieter Fox. "Probabilistic Robotics. 2005. ISBN 0262201623."

Siciliano, Bruno, and Oussama Khatib, eds. Springer handbook of robotics. Springer, 2016.

Siegwart, Roland, Illah Reza Nourbakhsh, and Davide Scaramuzza. Introduction to autonomous mobile robots. MIT press, 2011.

Russell, Stuart J., and Peter Norvig. Artificial intelligence: a modern approach. Malaysia; Pearson Education Limited,, 2016.

Karimi, Hassan A., ed. Indoor wayfinding and navigation. CRC Press, 2015.

LaValle, Steven M. Planning algorithms. Cambridge university press, 2006.

Modulverantwortliche(r):

Fottner, Johannes; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Mobile Robotik in der Intralogistik (Praktikum, 4 SWS)

Ried F [L], Kauke D

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2470: Praktikum Komplexe Produktentwicklung erleben | Lab Course Experiencing Complex Product Development

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Wintersemester 2020/21

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiums- stunden: 60	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfung erfolgt in Form einer Projektarbeit mit schriftlichem Abschlussbericht (80%) und mündlicher Ergebnispräsentation (20%).

- Im Abschlussbericht (ca. 10 Seiten) dokumentieren die Studierenden ihre Erfahrungen und arbeiten die gewonnenen Erkenntnisse systematisch auf. Darüberhinaus sollen die während der Termine erfassten Daten anhand statistischer Methoden analysiert, ausgewertet und mit Daten aus der Literatur verglichen werden.

So soll die wissenschaftliche und technische Methodenkompetenz sowie das Verständnis über verteilte Entwicklungsumgebungen und Auswirkungen verschiedener Prozessfolgen überprüft werden.

- In der Präsentation (15 min. + Q/A) wird der Wissensstand bezüglich behandelter Themenfelder überprüft. Zudem wird getestet, inwiefern die Studierenden situationsbedingt geeignete Methoden wählen und anwenden können.

Wiederholungsmöglichkeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

MW0003 Methoden der Produktentwicklung

Inhalt:

Das Praktikum behandelt Methoden der verteilten Entwicklung wie Design-Structure-Matrix oder, Multiple-Domain-Matrix, Solution-Space-Engineering sowie Vorgehensmodelle zur Prozessbeschreibung.

Es werden Aspekte der Qualitätssicherung und Prozessanalyse wie die Produktqualitätsmessung oder Messung der Entwicklungszeit behandelt.

Neben der Prozessanalyse wird auch das Themenfeld der Prozesssimulation (agentenbasiert) behandelt.

Zudem werden Anwendungsbeispiele aus dem Automobilbereich vorgestellt.

Im Rollenspiel werden Aspekte der Produktfamilienauslegung sowie des Variantenmanagements besprochen.

Zur Auswertung werden Experimentdesign, Prototyping und statistische Verfahren vorgestellt.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme am Modul sind die Studierenden in der Lage,

- vernetzte Entwicklungsprozesse objektiv einzuschätzen und die Auswirkungen von spezifischen Anforderungen wie beschränkten Ressourcen (z.B. limitierter Informationsaustausch) in verteilten Entwicklungsprozessen auf die Produktqualität und Entwicklungszeit verstehen.
- effiziente Prozessabfolgen systematisch zu bewerten und die Bedeutung und Relevanz einer verbesserten Abfolge bestimmter Entwicklungsaktivitäten zu verstehen.
- geeignete Methoden (Design-Structure-Matrix, Multiple-Domain-Matrix) anzuwenden, um komplexe, verteilte Entwicklungsprozesse systematisch zu erfassen, zu analysieren und schließlich zu optimieren.
- aktuelle Forschungsthemen auf dem Themengebiet der Prozesssimulation wiederzugeben und wissenschaftliche Methoden zur Bearbeitung der Problemstellungen anzuwenden.

Lehr- und Lernmethoden:

Das Modul findet in Form eines Praktikums statt. Dieses gliedert sich in 3 Teile:

1. Ein Gastvortrag zum Thema Verteilte Entwicklung und "Systems Engineering in der Gesamtfahrzeugentwicklung der BMW Group" hilft dabei, Grundkenntnisse zur verteilten Entwicklung und Auswirkungen verschiedener Anforderungen und Prozessabläufe zu verdeutlichen.

2. Zwei Rollenspiele in denen die verteilte Entwicklung komplexer Produkte durchlaufen wird. Dabei nehmen die TN verschiedene Rollen (Projektleiter, Entwicklungsingenieur, Controller, usw.) ein und versuchen gemeinsam ein Produkt (Modellauto oder Drohne) zu entwickeln, dass vorgegebene Anforderungen erfüllen muss (Geschwindigkeit, Reichweite, Flughöhe). Am Ende wird das Produkt zusammengebaut und die Anforderungen in Tests überprüft. Dazwischen diskutieren die Teilnehmer in Gruppen, welche Faktoren eine erfolgreiche Produktentwicklung begünstigen. Anhand geeigneter Modellierungsverfahren (DSM, SD) soll das Vorgehen systematisch analysiert und verbessert werden. Im Mittelpunkt steht dabei die strukturierte Optimierung verteilter, stark vernetzter Entwicklungsprozesse.

Die Rollenspiele dienen vor allem der Verbesserung von Verständnis und Anwendung von Methoden zur Analyse, Simulation und Verbesserung von verteilten Entwicklungsprozessen. Durch die eigene Erfahrung werden die TN für aktuelle Problemstellungen sensibilisiert. Zudem erfahren die Studierenden die Auswirkungen verschiedener Prozessfolgen in der verteilten Entwicklung.

3. Zwei Experimente in denen die TN mit Hilfe eines Computerprogramms die Entwicklung eines komplexen Systems durchlaufen, ohne direkt miteinander kommunizieren zu können.

Dabei werden die einzelnen Auslegungsschritte der Teilnehmer aufgezeichnet und anschließend analysiert. Ziel ist es anhand der Daten mathematische Modelle des menschliche

Auslegungsverhaltens zu optimieren. Dies hilft bei der Einarbeitung in aktuelle Forschungsthemen und der Schulung der wissenschaftlichen Arbeitsweisen sowie der Optimierungsfähigkeit für Prozesse.

Medienform:

Vortrag , Rollenspiele, Experimente, Gruppendiskussionen

Literatur:

"Pahl, G.; Beitz, W. Engineering design - a systematic approach. London: Springer (2013) (3rd ed.);

Ulrich, K., Eppinger, S. Product Design and Development, New York: McGrawHill (2016);"

Modulverantwortliche(r):

Zimmermann, Markus; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte campus.tum.de oder [hier](#).

Modulbeschreibung

MW2477: Thermomechanisches Werkstoffverhalten in der additiven und schweißtechnischen Fertigung | Thermomechanical Material Behaviour in Additive Manufacturing and Welding [TMWV]

Modulbeschreibungsversion: Gültig ab Sommersemester 2021

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/ Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiums- stunden: 60	Präsenzstunden: 60

* Die Zahl der Credits kann in Einzelfällen studiengangsspezifisch variieren. Es gilt der im Transcript of Records oder Leistungsnachweis ausgewiesene Wert.

Beschreibung der Studien-/ Prüfungsleistungen:

Die Prüfungsleistung erfolgt auf Basis einer Laborleistung. Die fünf Versuche werden von den Studierenden mit zur Verfügung gestellten Unterlagen selbstständig vorbereitet und unter Anleitung durchgeführt. Die Vorbereitung wird im Rahmen der Vorbesprechung eines jeden Versuchs qualitativ überprüft und ist Voraussetzung für die praktische Durchführung. Nach Abschluss des Praktikums ist ein Bericht über alle Versuche zu verfassen, in dem Durchführung und Ergebnisse zu dokumentieren sind. Letztere sollen darüber hinaus versuchsübergreifend verknüpft, diskutiert und anhand theoretischer Kenntnisse interpretiert werden. Die Studierenden weisen damit z.B. nach, dass sie verschiedene experimentelle Möglichkeiten zur Charakterisierung des Verhaltens metallischer Werkstoffe infolge der Temperaturen, die bei der additiven und schweißtechnischen Fertigung auftreten, und die sich ergebenden Eigenschaften kennen. Darüber hinaus zeigen sie, dass sie experimentelle Ergebnisse wissenschaftlich dokumentieren und verarbeiten können. Die Note des Berichts entspricht der Modulnote.

Wiederholungsmöglichkeit:

Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

- Absolviertes Bachelorstudium (Maschinenwesen, Physik, Materialkunde, Ingenieurwissenschaften, Elektrotechnik o.Ä.)
- Grundlagenkenntnisse in den Gebieten Werkstoffkunde / Werkstofftechnik (Metalle), Physik, Technische Mechanik, Elektrotechnik

Inhalt:

Im Rahmen des Praktikums wird das thermomechanische Verhalten unterschiedlicher metallischer Werkstoffe mittels eines Schweiß- und Umformsimulators untersucht. Diese Versuche und ergänzende metallographische Analysen dienen der Identifikation und Bewertung der Implikationen, die sich aus der Temperaturführung bei der additiven bzw. schweißtechnischen Fertigung ergeben. Die Experimente umfassen:

- Thermo-physikalische Simulation des Fertigungsprozesses: Aufbringen unterschiedlicher prozessnaher Temperaturzyklen sowie Wärmebehandlungen mittels thermo-physikalischem Simulator (Gleeble)
- Zugversuch: Charakterisierung der sich aus der Wärmeführung ergebenden Eigenschaften
- Warmzugversuch: Untersuchung der Heißrissanfälligkeit
- Metallographie: Vorbereitung und Durchführung metallographischer Untersuchungen zur Analyse des Gefüges bzw. der auftretenden Heißrisse
- Härtemessung: Analyse der Härte im Ausgangszustand sowie nach dem Aufbringen verschiedener Temperaturzyklen

Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul verfügen die Studierenden über Kenntnisse des Verhaltens ausgewählter metallischer Werkstoffe infolge der Temperaturen, die bei der additiven und schweißtechnischen Fertigung auftreten. Sie kennen verschiedene experimentelle Möglichkeiten zur Charakterisierung dieses Verhaltens und der sich ergebenden Eigenschaften. Sie sind in der Lage, diese Versuche systematisch durchzuführen sowie die Ergebnisse auszuwerten, zu dokumentieren und kritisch zu diskutieren. Anhand der Resultate können sie das Verhalten unterschiedlicher Werkstoffe bewerten.

Lehr- und Lernmethoden:

Durch das Selbststudium der zur Verfügung gestellten Praktikumsunterlagen und weiterführender Literatur erweitern die Studierenden ihr theoretisches Wissen zu den Versuchsinhalten. Dieses wird während der angeleiteten Durchführung der Versuche angewendet und durch praktische Erfahrungen bereichert. Damit lernen die Studierenden verschiedene experimentelle Möglichkeiten zur Charakterisierung des Verhaltens metallischer Werkstoffe infolge der Temperaturen, die bei der additiven und schweißtechnischen Fertigung auftreten, und die sich ergebenden Eigenschaften kennen. Durch die Ausarbeitung eines Berichts erlernen die Studierenden die wissenschaftliche Dokumentation und die kritische Auseinandersetzung mit den Ergebnissen.

Medienform:

Skripten, Handzettel, Präsentationen

Literatur:

Dilthey: Schweißtechnische Fertigungsverfahren 2 - Verhalten der Werkstoffe beim Schweißen, Springer 2005

Rösler, Harders, Bäker: Mechanisches Verhalten der Werkstoffe, Springer Vieweg, 2019

Böllinghaus et al.: Hot Cracking Phenomena in Welds I-IV, Springer, 2005-2016

Oettel, Schumann: Metallografie, Wiley, 2011

Modulverantwortliche(r):

Mayr, Peter; Prof. Dr. techn. Dipl.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Thermomechanisches Werkstoffverhalten in der additiven und schweißtechnischen Fertigung
(Praktikum, 4 SWS)

Mayr P [L], Hempel N

Für weitere Informationen zum Modul und seiner Zuordnung zum Curriculum klicken Sie bitte
campus.tum.de oder [hier](#).

Alphabetisches Verzeichnis der Modulbeschreibungen

A

[MW1420] Advanced Control Advanced Control [ADV]	51 - 55
Allgemeine Mastermodule aus dem Maschinenwesen General Master Modules in Mechanical Engineering	168
Angebote Carl-von-Linde-Akademie Carl-von-Linde-Akademie	185
Angebote der Professuren im Maschinenwesen	189
Angebote Sprachenzentrum Language Center	181
Angebote Zentrum für Schlüsselkompetenzen Center of Key Competencies	175
[MW1628] Angewandte CFD Applied CFD	56 - 57
[CH3063] Angewandte Elektrochemie Applied Electrochemistry	93 - 94
[MW1147] Auslegung thermischer Apparate Equipment Design [ATA]	153 - 154

B

[CH0215] Betrieb und Auslegung chemischer Reaktoren Operation and Design of Chemical Reactors	125 - 126
[MW0376] Biofluid Mechanics Biofluid Mechanics	142 - 143
[MW1145] Bioproduktaufarbeitung 1 Bioseparation Engineering 1 [BSE1]	149 - 150
[MW1146] Bioproduktaufarbeitung 2 Bioseparation Engineering 2 [BSE2]	151 - 152
[MW0018] Bioprozesse Bioprocesses	136 - 137
[MW0019] Bioreaktoren Bioreaction Engineering	138 - 139

C

[MW2202] Chemische Reaktortechnik Chemical Reactors	160 - 161
[MW2410] Chromatographie mit ChromX (.) Simulationsseminar Chromatography with ChromX () Simulation Seminar [ChromX]	164 - 166

D

[MW1969] Desalination Desalination	155 - 156
---	-----------

E

[MW0799] Einführung in die Kernenergie Introduction to Nuclear Energy [NUK 1]	68 - 69
[MW2466] Elektrische Antriebstechnik in der Automatisierungstechnik - Auswahl und Auslegung Electric Drive Technology in Automation Engineering - Selection and Design	199 - 201
[MW2244] Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen mit Seminar Energy from Biomass and Residuals with Seminar	82 - 84
Energietechnische Maschinen und Komponenten Energy Technology Machines and Components	92
Energietechnische Systeme Energy Systems	58
Englisch English	181
[SZ0423] Englisch - English for Technical Purposes - Industry and Energy Module C1 English - English for Technical Purposes - Industry and Energy Module C1	183 - 184
[SZ0413] Englisch - Professional English for Business and Technology - Management and Finance Module C1 English - Professional English for Business and Technology - Management and Finance Module C1	181 - 182
[WI000984] Entrepreneurship Entrepreneurship	172 - 173
Ergänzungsfächer Supplementary Subjects	192
Ergänzungsfächer Supplementary Subjects	193
[MW2457] Ethikanträge in der Mensch-Technik Forschung Ethical Proposals in Human-Machine Research [EAMTF]	189 - 191
[CLA20230] Ethik und Verantwortung Ethics and Responsibility	187 - 188

F

[MW0612] Finite Elemente Finite Elements [FE]	47 - 48
[MW0510] Flugantriebe 1 und Gasturbinen Flight Propulsions 1 and Gas Turbines [FA1]	104 - 106
[MW2399] Forschungspraktikum Practical Research Course	17 - 19
Forschungspraxis Research Practice	11

G

[MW0357] Gasdynamik Gas Dynamics [Gdy]	38 - 40
---	---------

[CH1047] Grenzflächen und Partikeltechnologie Interfaces and Technology of Particles [CH1047]	127 - 129
[MW0798] Grenzschichttheorie Boundary-Layer Theory [GST]	49 - 50
[CH3065] Grundlagen der Elektrochemie Fundamental Electrochemistry	36 - 37
[MW0050] Grundlagen der Mehrphasenströmungen mit Seminar Fundamentals of Multiphase Flows with Seminar [GMS]	25 - 27
[MW0884] Grundlagen der Nukleartechnik Fundamentals of Nuclear Engineering [NUK 2]	70 - 73
[EI0611] Grundlagen Elektrischer Energiespeicher Basics of Electrical Energy Storage	95 - 96
[MW0964] Grundlagen und thermohydraulische Analyse von Kraftwerken Fundamentals and Thermal-Hydraulic Analysis of Power Stations [NUK4]	109 - 111

H

[MW2443] Hochleistungsrechnen in den Ingenieurwissenschaften High Performance Computing in Engineering [HPC]	193 - 195
Hochschulpraktika Lab Courses	207
Hochschul-Praktika Lab Courses	208
[MW2478] Hydrodynamic Stability Hydrodynamic Stability [StrömInstab]	202 - 204

I

[CH3094] Industrielle Chemische Prozesse 1 - Katalyse für Energie Industrial Chemical Processes 1 - Catalysis for Energy	130 - 131
[CH3095] Industrielle Chemische Prozesse 2 - Katalyse für Synthese Industrial Chemical Processes 2 - Catalysis for Synthesis	132 - 133
Ingenieurwissenschaftliche Flexibilisierung (bis maximal 15 Credits) Flexibilization in Engineering Sciences (up to 15 Credits only)	167
[EI70860] Integration of Renewable Energies Integration of Renewable Energies [IRE]	61 - 62

K

[MW2427] Kernfusionstechnik Nuclear Fusion Technology [Kernfusionstechnik]	114 - 117
Kernmodule	25

M

[MW2461] Machine Learning and Uncertainty Quantification for Physics-Based Models Machine Learning and Uncertainty Quantification for Physics-Based Models [MLUQPBM]	196 - 198
Mastermodule Master Modules	20
[MW2148] Master Soft Skill Workshops Master Soft Skill Workshops	175 - 177
[MW1266] Master's Thesis Master's Thesis [Thesis]	7 - 10
Master's Thesis Master's Thesis	7
[ED180003] Mathematical Modeling for Expansion and Dispatch Planning in Modern Energy Systems Mathematical Modeling for Expansion and Dispatch Planning in Modern Energy Systems [MAE]	59 - 60
[MW2481] Methodenseminar Sporttechnologie Methods Seminar Sports Engineering	205 - 206
[MW0633] Methoden in der Motorapplikation Methods in Engine Application	107 - 108
Methodische Grundlagen Methodological Fundamentals	24
[MW2438] Mobile Robotik in der Intralogistik Mobile Robotics in Intralogistics [PMR]	213 - 215
[MW2436] Mobilitätsdatenanalyse Mobility Data Analysis [MDA]	210 - 212
[MW2152] Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems	79 - 81
[MW2390] Modellierung verfahrenstechnischer Prozesse Modeling of chemical engineering processes [MVP]	34 - 35
[EI70870] Modellierung von Energiesystemen Modeling of Energy Systems	63 - 64
[MW1141] Modellierung zellulärer Systeme Modelling of Cellular Systems [ModSys]	147 - 148
[MW0538] Moderne Methoden der Regelungstechnik 1 Modern Control 1	41 - 44
[MW0066] Motormechanik Engine Mechanics [VM-MM]	99 - 101
[MW0138] Motorthermodynamik und Brennverfahren Thermodynamics of Internal Combustion Engines and Combustion Processes [VM-TB]	102 - 103

O

[MW2249] Optimierung und Modellanalyse Optimization and Model Analysis [OptBiotech]	32 - 33
--	---------

P

Pflichtmodul Required Module	21
[MW1977] Planung thermischer Prozesse Process Design [PTP]	157 - 159
[MW2430] Praktikum Batterieproduktion Laboratory Production [LIBP]	208 - 209
[MW2470] Praktikum Komplexe Produktentwicklung erleben Lab Course Experiencing Complex Product Development	216 - 218
[CS0003] Production of Alternative Fuels Production of Alternative Fuels	134 - 135
[MW0058] Prozesstechnik in Kraftwerken Process Technology in Power Plants	97 - 98
[MW0437] Prozess- und Anlagentechnik Process and Plant Engineering [PAT]	144 - 146

R

[MW1896] Reaktionsthermodynamische Grundlagen für Energiesysteme Basic Course in Reaction Thermodynamics	30 - 31
[PH2050] Reaktorphysik 1 und Anwendungen der Kerntechnik Reactor Physics 1 and Applications of Nuclear Technology	118 - 120
[PH2051] Reaktorphysik 2 und neue Konzepte in der Kerntechnik Reactor Physics 2 and new Concepts in Nuclear Technology	121 - 123

S

Schlüsselkompetenzen Key Competencies	174
[MW1241] Semesterarbeit Term Project	12 - 13
[MW2223] Soft Skill Trainings in Kooperationsprojekten Soft Skill Trainings in Project Cooperations	178 - 180
[MW1814] Solarthermische Kraftwerke Solarthermal Power Plants	77 - 78
[MW2428] Solar Engineering Solar Engineering [SolEng]	88 - 91
[MW1353] Strahlung und Strahlenschutz Radiation and Radiation-Protection [NUK 7]	74 - 76
[MW2392] Strom- und Wärmespeicher im Energiesektor Electricity and Thermal Storage in the Energy Sector [SWS]	85 - 87

T

[MW2398] Teamprojekt Team Project	14 - 16
--	---------

[CLA20210] Technikphilosophie Philosophy of Technology	185 - 186
[MW0127] Thermische Kraftwerke Thermal Power Plants	65 - 67
[MW0129] Thermische Verfahrenstechnik 2 Thermal Separation Principles 2 [TVT II]	140 - 141
[MW2477] Thermomechanisches Werkstoffverhalten in der additiven und schweißtechnischen Fertigung Thermomechanical Material Behaviour in Additive Manufacturing and Welding [TMWV]	219 - 221
[ED160004] Tissue Engineering and Regenerative Medicine: Grundlagen und Anwendungen Tissue Engineering and Regenerative Medicine: Fundamentals and Applications	169 - 171
[MW2119] Turbomaschinen Turbomachinery	112 - 113
[MW0595] Turbulente Strömungen Turbulent Flows [TS]	45 - 46

U

[MW2258] Umweltbioverfahrenstechnik Environmental and Biochemical Engineering	162 - 163
--	-----------

V

[MW0136] Verbrennung Combustion	28 - 29
Verfahrenstechnik Process Technology	124

W

[MW0006] Wärme- und Stoffübertragung Heat and Mass Transfer [WSÜ]	21 - 23
Weitere Säulenmodule	36
Wirtschaftswissenschaften	172