



Technische Universität München

Modulhandbuch

M.Sc. Energie- und Prozesstechnik

Fakultät für Maschinenwesen

Technische Universität München

www.tum.de

www.mw.tum.de

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 Veranstaltungsblocken - 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

[20131] Master Energie- und Prozesstechnik (Master's Program Energy and Process Engineering)	6
Anerkennungen aus Austauschprogrammen (Accepted Courses from Study Exchange Programs)	6
Master's Thesis (Master's Thesis)	7
[MW1266] Master's Thesis (Master's Thesis)	8 - 9
Semesterarbeit (Term Project)	10
[MW1241] Semesterarbeit (Term Project)	11 - 12
Bereich Soft Skills (Social Skill Modules)	13
Wahlfächer Soft Skills (Elective Courses Social Skills)	14
[MW2148] Master Soft Skill Workshops (Master Soft Skill Workshops)	15 - 16
[MW2223] Soft Skill Trainings in Kooperationsprojekten (Soft Skill Trainings in Project Cooperations)	17 - 18
Wahlpflichtbereich Mastermodule (Required Elective Master Modules)	19
Kernkompetenzen in Energie- und Prozesstechnik (Principal Competencies in Energy and Process Engineering)	20
[CH0215] Betrieb und Auslegung chemischer Reaktoren (Operation and Design of Chemical Reactors)	21 - 22
[CH1047] Grenzflächen und Partikeltechnologie (Interfaces and Technology of Particles) [CH1047]	23 - 24
[MW0006] Wärme- und Stoffübertragung (Heat and Mass Transfer) [WSÜ]	25 - 26
[MW0018] Bioprozesse (Bioprocesses)	27 - 28
[MW0050] Grundlagen der Mehrphasenströmungen mit Seminar (Fundamentals of Multiphase Flows with Seminar) [GMS]	29 - 31
[MW0058] Prozesstechnik und Umweltschutz in modernen Kraftwerken (Power Plant Components) [PUMK]	32 - 33
[MW0129] Thermische Verfahrenstechnik II (Thermal Separation Principles II) [TVT II]	34 - 35
[MW0136] Verbrennung (Combustion)	36 - 37
[MW0437] Prozess- und Anlagentechnik (Process and Plant Engineering) [PAT]	38 - 39
[MW0799] Einführung in die Kernenergie (Introduction to Nuclear Energy) [NUK 1]	40 - 42
[MW1141] Modellierung zellulärer Systeme (Modelling of Cellular Systems) [ModSys]	43 - 44
[MW1145] Bioproduktaufarbeitung I (Bioseparation Engineering I)	45 - 46
[MW1896] Reaktionsthermodynamische Grundlagen für Energiesysteme (Basic Course in Reaction Thermodynamics)	47 - 48
[MW2119] Turbomaschinen (Turbomachinery)	49 - 50
[MW2152] Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems (Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems)	51 - 52
[MW2258] Umweltbioverfahrenstechnik (Environmental and Biochemical Engineering)	53 - 54
Schwerpunktmodule (Specialization Modules)	55
[EI0709] Grundlagen der Energiewirtschaft (Fundamentals of Energy Economy) [GDE]	56 - 57
[EI0712] Simulation von mechatronischen Systemen (Simulation of Mechatronic Systems)	58 - 60
[MW0019] Bioreaktoren (Bioreaction Engineering)	61 - 62
[MW0066] Motormechanik (Engine Mechanics) [VM-MM]	63 - 64

[MW0138] Motorthermodynamik und Brennverfahren (Thermodynamics of Internal Combustion Engines and Combustion Processes) [VM-TB]	65 - 66
[MW0357] Gasdynamik (Gas Dynamics) [Gdy]	67 - 68
[MW0376] Biofluid Mechanics (Biofluid Mechanics)	69 - 70
[MW0510] Flugantriebe I und Gasturbinen (Flight Propulsions I and Gas Turbines) [FA1]	71 - 72
[MW0538] Moderne Methoden der Regelungstechnik 1 (Modern Control 1)	73 - 75
[MW0539] Moderne Methoden der Regelungstechnik 2 (Modern Control 2)	76 - 78
[MW0595] Turbulente Strömungen (Turbulent Flows) [TS]	79 - 80
[MW0612] Finite Elemente (Finite Elements) [FE]	81 - 82
[MW0633] Methoden in der Motorapplikation (Methods in Engine Application)	83 - 84
[MW0798] Grenzschichttheorie (Boundary-Layer Theory) [GST]	85 - 86
[MW0868] Moderne Methoden der Regelungstechnik 3 (Modern Control 3)	87 - 89
[MW0884] Grundlagen der Nukleartechnik (Fundamentals of Nuclear Engineering) [NUK 2]	90 - 92
[MW0964] Grundlagen der Thermal-Hydraulik in Nuklearsystemen (Fundamentals of Thermal-hydraulics in Nuclear Systems) [NUK4]	93 - 95
[MW1147] Auslegung thermischer Apparate (Equipment Design) [ATA]	96 - 97
[MW1353] Strahlung und Strahlenschutz (Radiation and Radiation-Protection) [NUK 7]	98 - 99
[MW1628] Angewandte CFD (Applied CFD)	100 - 101
[MW1740] Nachhaltige Energiesysteme mit Seminar (Sustainable Energy Systems with Seminar)	102 - 103
[MW1814] Solarthermische Kraftwerke (Solarthermal Power Plants)	104 - 105
[MW1969] Desalination (Desalination)	106 - 107
[MW1977] Planung thermischer Prozesse (Process Design) [PTP]	108 - 109
[MW2104] Automatisierungstechnik II (Industrial Automation II)	110 - 111
[MW2123] Aerodynamische Auslegung von Turbomaschinen (Aerodynamic Design of Turbomachinery) [AAT]	112 - 113
[MW2202] Chemische Reaktortechnik (Chemical Reactors)	114 - 115
[MW2229] Control of Discrete Event Systems (Control of Discrete Event Systems)	116 - 117
[MW2244] Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen mit Seminar (Energy from Biomass and Residuals with Seminar)	118 - 119
[MW2257] Aufarbeitung von makromolekularen Bioprodukten (Downstream Processing of Macromolecular Bioproducts)	120 - 121
[PH2050] Reaktorphysik 1 und Anwendungen der Kerntechnik (Reactor Physics 1 and Applications of Nuclear Technology)	122 - 123
[PH2051] Reaktorphysik 2 und neue Konzepte in der Kerntechnik (Reactor Physics 2 and new Concepts in Nuclear Technology)	124 - 125
Studiengangübergreifende Module (Global Master Modules)	126
[MW0056] Grundlagen Medizintechnik und Biokompatible Werkstoffe 1 (Basics Medical Engineering and Biocompatible Materials 1)	127 - 128
[MW0850] Nichtlineare Kontinuumsmechanik (Non-linear Continuum Mechanics)	129 - 130
[MW1692] Aeroakustik (Aeroacoustics) [AA]	131 - 132
[MW2098] Technische Dynamik (Engineering Dynamics)	133 - 135
[MW2352] Fahrerassistenzsysteme im Kraftfahrzeug (Advanced Driver Assistance Systems in Vehicles) [FAS]	136 - 137
Wahlbereich Ergänzungsfächer (Elective Supplementary Courses)	138
Ergänzungsfächer (Supplementary Subjects)	139

[MW9902] Allgemeines Ergänzungsfach im Maschinenwesen (Generic Supplementary Subject in Mechanical Engineering)	140 - 141
[MW0146] Ähnlichkeit und dimensionslose Kennzahlen (Similarity and Dimensionless Numbers) [ÄDK]	142 - 143
[MW0229] Satellitendesign (Satellite Design Workshop)	144 - 145
[MW0866] Mehrkörpersimulation (Multibody Simulation)	146 - 147
[MW2270] Diskontinuierliche Galerkin-Verfahren in der Numerischen Mechanik (Discontinuous Galerkin Methods for Computational Mechanics)	148 - 149
[MW2322] Nichtlineare Flugregelung (Nonlinear Flight Control) [NFC]	150 - 151
Wahlbereich Hochschulpraktika (Elective Practical Courses)	152
Hochschul-Praktika	153
[MW9901] Allgemeines Hochschulpraktikum im Maschinenwesen (Generic Practical Course in Mechanical Engineering)	154 - 155
[MW0266] CAD/CAM (CAD/CAM)	156 - 157
[MW0314] Werkstoffmechanik Praktikum (Mechanics of Materials (Practical Course)) [PWM]	158 - 159
[MW0992] Praktikum Verfahrenstechnik (Process Engineering) [PVT]	160 - 161
[MW1450] IFR-Praktikum Hubschrauber (IFR Helicopter Flight)	162 - 163
[MW2313] Praktikum MATLAB/Simulink for Computer Aided Engineering (Practical Course MATLAB/Simulink for Computer Aided Engineering) [P-MSCAE]	164 - 165

Anerkennungen aus Austauschprogrammen (Accepted Courses from Study Exchange Programs)

Master's Thesis (Master's Thesis)

Modulbeschreibung

MW1266: Master's Thesis (Master's Thesis)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 30	Gesamtstunden: 900	Eigenstudiumsstunden:	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.

Die Wissenschaftliche Ausarbeitung in Form einer Master's Thesis ist eine schriftliche Leistung (Studienarbeit). Damit 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).

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester	
		Vortrag:	Hausarbeit:

(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. Die Bearbeitung erfolgt nach einem selbstständig erstellten Projektplan innerhalb der vorgesehenen Bearbeitungszeit.

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.

Medienform:

Eigenstudium; praktische Tätigkeit unter Anleitung einer/eines Prüfenden

Literatur:

Einschlägige Literatur zum gewählten Thema

Modulverantwortliche(r):

Fachkundiger Prüfer der Fakultät für Maschinenwesen. Fachkundig Prüfende sind die Hochschullehrer der Fakultät, Junior-Fellows der Fakultät sowie Lehrbeauftragte oder Hochschullehrer anderer Fakultäten, die in dem Studiengang lehren.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Schlüsselkompetenzen für die wissenschaftliche Praxis (Vorlesung, 2 SWS)
Pohl T [L], Poetzsch L, Senner V, Spielmann B

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

Semesterarbeit (Term Project)

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 einen 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):

Fachkundiger Prüfer der Fakultät für Maschinenwesen

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

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

Bereich Soft Skills (Social Skill Modules)

Wahlfächer Soft Skills (Elective Courses Social Skills)

Modulbeschreibung

MW2148: Master Soft Skill Workshops (Master Soft Skill Workshops)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 2	Gesamtstunden: 60	Eigenstudiumsstunden: 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:

Präsenz und aktive Teilnahme an insgesamt 16 Stunden Workshopzeit. Die individuell angepassten Workshops müssen alle drei Kompetenzbereiche (Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Methodenkompetenz) abdecken.

Prüfungsart: mündlich	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
---------------------------------	------------------------------	----------------------------------

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Erfahrung mit Soft Skills Veranstaltungen auf Bachelorniveau. Bereitschaft zum Lernen mit interaktiven Lehrmethoden. Studium der empfohlenen Literatur vor Veranstaltungsbeginn. Teilnahme an der Kooperationsveranstaltung.

Inhalt:

Das Zentrum für Schlüsselkompetenzen hat das Ziel die Sozialkompetenz der Studierenden an der Fakultät für Maschinenwesen zu erweitern. Inhalt des Moduls sind an der jeweiligen Kooperationsveranstaltung thematisch angepasste Workshops zu den Kompetenzbereichen Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Methodenkompetenz. Diese Units werden von den Dozenten wissenschaftlich fundiert vermittelt. Ausgewählte Übungen und Gruppenaufgaben ermöglichen die Konzentration auf den im Workshop behandelten Themenbereich und schaffen eine an der Kooperationsveranstaltung orientierten Realität, in der die Studierenden soziale Verhaltensweisen unkompliziert trainieren können. Beispiele für Themen, die im Workshop behandelt werden, sind die Aspekte Führung und Kommunikation. Alle Termine werden mit aktivierenden Methoden durchgeführt. Neben Theorie-Inputs werden Seminarübungen durchgeführt und reflektiert.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an den Workshops sind die Studierenden in der Lage, zwischen der Dreiteilung in Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Methodenkompetenz zu unterscheiden. Im Bereich der Selbstkompetenz haben die Lernenden eine individuelle Haltung zu arbeitsrelevanten Themenbereichen entwickelt. Sie kennen den eigenen Lern- und Arbeitsstil. Die Studierenden sind fähig, selbstständig zu arbeiten und Prioritäten zu setzen. Im Bereich der Sozialkompetenz sind die Studierenden in der Lage, in der Interaktion mit anderen Menschen situationsangemessen zu handeln. Sie können differierende Meinungen reflektieren und zeigen konstruktives Konfliktverhalten. Zudem beherrschen die Lernenden die Regeln des Feedbacks. Im Bereich der Methodenkompetenz können die Studierenden Aufgaben und Probleme aufgrund einer sinnvollen Planung und Umsetzung von Lösungsstrategien adäquat behandeln. Sie sind in der Lage, Ziele zu analysieren und die gewählte Strategie zielgruppenspezifisch zu vermitteln. Die Lernenden schöpfen ihr kreatives Potenzial aus.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Veranstaltungen werden in Form von Workshops 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 gruppendynamische Aufgaben runden das erfahrungsorientierte Lernen in den Workshops ab.

Medienform:

Vortrag, Präsentation mit Powerpoint Folien, 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):

Spielmann, Birgit; Dr. phil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Master Workshops: Argumentieren lernen - So überzeugen Sie! (SOK-ARGUMENTIEREN) (Workshop, ,5 SWS)
 Poetzsch L [L], Poetzsch L

Individueller Schwerpunkt: Großgruppe Fit für den Berufseinstieg (ISP-BERUFSEINSTIEG) (Workshop, ,5 SWS)
 Pohl T [L], Poetzsch L, Pohl T

Master Workshops: Kompetenztraining - Entwickeln Sie Ihre Fähigkeiten in Auswahl-situationen (MEK-KOMPETENZ) (Workshop, ,5 SWS)
 Pohl T [L], Pohl T

Master Workshops: Authentizität - die Basis erfolgreicher Führung (SEK-AUTHENTIZITÄT) (Workshop, 1 SWS)
 Pohl T [L], Pohl T

Intensiv-Master-Workshop: Zweitägiger Block: Teamarbeit in Aktion (SEK-SOK-MEK-2ECTS) (Workshop, 1 SWS)
 Lösel S [L], Lösel S

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)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Zweisemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 2	Gesamtstunden: 60	Eigenstudiumsstunden: 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:

Präsenz und aktive Teilnahme an insgesamt 16 Stunden Workshopzeit. Die individuell angepassten Workshops müssen alle drei Kompetenzbereiche (Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Methodenkompetenz) abdecken.

Prüfungsart: mündlich	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
---------------------------------	------------------------------	----------------------------------

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Erfahrung mit Soft Skills Veranstaltungen auf Bachelorniveau. Bereitschaft zum Lernen mit interaktiven Lehrmethoden. Studium der empfohlenen Literatur vor Veranstaltungsbeginn. Teilnahme an der Kooperationsveranstaltung.

Inhalt:

Das Zentrum für Schlüsselkompetenzen hat das Ziel die Sozialkompetenz der Studierenden an der Fakultät für Maschinenwesen zu erweitern. Inhalt des Moduls sind an der jeweiligen Kooperationsveranstaltung thematisch angepasste Workshops zu den Kompetenzbereichen Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Methodenkompetenz. Diese Units werden von den Dozenten wissenschaftlich fundiert vermittelt. Ausgewählte Übungen und Gruppenaufgaben ermöglichen die Konzentration auf den im Workshop behandelten Themenbereich und schaffen eine an der Kooperationsveranstaltung orientierten Realität, in der die Studierenden soziale Verhaltensweisen unkompliziert trainieren können. Beispiele für Themen, die im Workshop behandelt werden, sind die Aspekte Führung und Kommunikation. Alle Termine werden mit aktivierenden Methoden durchgeführt. Neben Theorie-Inputs werden Seminarübungen durchgeführt und reflektiert.

Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Teilnahme an den Workshops sind die Studierenden in der Lage, zwischen der Dreiteilung in Selbstkompetenz, Sozialkompetenz und Methodenkompetenz zu unterscheiden. Im Bereich der Selbstkompetenz haben die Lernenden eine individuelle Haltung zu arbeitsrelevanten Themenbereichen entwickelt. Sie kennen den eigenen Lern- und Arbeitsstil. Die Studierenden sind fähig, selbstständig zu arbeiten und Prioritäten zu setzen. Im Bereich der Sozialkompetenz sind die Studierenden in der Lage, in der Interaktion mit anderen Menschen situationsangemessen zu handeln. Sie können differierende Meinungen reflektieren und zeigen konstruktives Konfliktverhalten. Zudem beherrschen die Lernenden die Regeln des Feedbacks. Im Bereich der Methodenkompetenz können die Studierenden Aufgaben und Probleme aufgrund einer sinnvollen Planung und Umsetzung von Lösungsstrategien adäquat behandeln. Sie sind in der Lage, Ziele zu analysieren und die gewählte Strategie zielgruppenspezifisch zu vermitteln. Die Lernenden schöpfen ihr kreatives Potenzial aus.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Veranstaltungen werden in Form von Workshops 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 gruppendynamische Aufgaben runden das erfahrungsorientierte Lernen in den Workshops ab.

Medienform:

Vortrag, Präsentation mit Powerpoint Folien, 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):

Spielmann, Birgit; Dr. phil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Exklusives Angebot: McKinsey Design to value and negotiation strategy - Produktionskosten in der Praxis senken (Workshop, 1 SWS)
Pohl T [L], Poetzsch L

Exklusives Angebot: Inensity Innovationen managen (Workshop, 1 SWS)
Pohl T [L], Pohl T

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

Wahlpflichtbereich Mastermodule (Required Elective Master Modules)

Kernkompetenzen in Energie- und Prozesstechnik (Principal Competencies in Energy and Process Engineering)

Modulbeschreibung

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

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
4	120	75	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.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	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):

Kai-Olaf Hinrichsen (hinrichsen@tum.de)

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Reaktordesign (Betrieb und Auslegung chemischer Reaktoren) (Vorlesung) (LV0284) (Vorlesung, 2 SWS)
 Hinrichsen K

Reaktordesign (Betrieb und Auslegung chemischer Reaktoren) (Übung) (LV0284a) (Übung, 1 SWS)
 Hinrichsen K, Kleiner J

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]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
4	120	75	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.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	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, Benetzungsphänomene, Randwinkel, ultrahydrophobe Oberflächen, Krümmungspänomene
- Grundlagen der Partikel-/Partikelwechselwirkungen über Potentialverläufe von Dipolwechselwirkungen, Polarisation, 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):

Kai-Olaf, Prof. Dr.-Ing. Hinrichsen (olaf.hinrichsen@ch.tum.de)

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Grenzflächen und Partikeltechnologie (Mechanische Verfahrenstechnik II), Übung (Übung, 1 SWS)
Hinrichsen K, Michel T

Grenzflächen und Partikeltechnologie (Mechanische Verfahrenstechnik II) (Vorlesung, 2 SWS)
Hinrichsen K, Michel T

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

Modulbeschreibung

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

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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 sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Problemstellungen anzuwenden.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	Folgesemester
Hausaufgabe:		
Ja		

(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 Einlauflänge; 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 Gruppen besprechen. Probleme die nach dieser Gruppenphase noch immer nicht ausgeräumt werden konnten werden auf einem Gruppenbrief notiert und an den Betreuer übermittelt. Mit diesem Feedback ist der Betreuer dann in der Lage in der folgenden Zusatzübung speziell auf die Probleme einzugehen. 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):

Wärme- und Stoffübertragung (Vorlesung, 2 SWS)
Sattelmayer T [L], Hirsch C (Kings N), Klein H

Übung zu Wärme- und Stoffübertragung (Übung, 1 SWS)
Sattelmayer T [L], Hirsch C (Kings N), Klein H (Kleiner T)

Zusatzübung zu Wärme- und Stoffübertragung (Übung, 1 SWS)
Sattelmayer T [L], Klein H (Kleiner T)

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

Modulbeschreibung

MW0018: Bioprozesse (Bioprocesses)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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 zu ausgewählten Inhalten des Moduls und durch Rechenaufgaben überprüft (zugelassenes Hilfsmittel: Taschenrechner). Kreditpunkte werden für das erfolgreiche Ablegen der Modulprüfung vergeben.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	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 Chmiehl:

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

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

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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%).

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:	
		Folgesemester	
		Vortrag:	Hausarbeit:
		Ja	

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Vorkenntnisse über Fluidmechanik sowie Wärme- und Stoffübertragung werden vorausgesetzt!

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

Inhalt:

Gas-Flüssigkeitgemische 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 selbstständig 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 (Schwingungszzerfall), 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-Fluiddynamik 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.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

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

Modulbeschreibung

MW0058: Prozesstechnik und Umweltschutz in modernen Kraftwerken (Power Plant Components) [PUMK]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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 schriftlichen Prüfung ist in einen Kurzfragenteil (30 min) und einem Berechnungsteil (60 min) aufgeteilt. Der Kurzfragenteil kontrolliert das theoretische Grundwissen der Vorlesung, während im Berechnungsteil die Anwendung des Erlernten auf themenbezogenen Problemen prüft.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	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 an der Modulveranstaltung Prozesstechnik und Umweltschutz in modernen Kraftwerken ermöglicht den Studierenden die unterschiedlichen Prozesse in einem Kraftwerk zu identifizieren und zu klassifizieren. Sie können zwischen verschiedenen Technologien differenzieren und wissen über deren Einsatzgebiete. Des Weiteren sind sie in der Lage einzelne Komponenten unter Anwendung empirischer Formeln zu dimensionieren.

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. 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

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):

Übung zu Prozesstechnik und Umweltschutz in modernen Kraftwerken (Übung, 1 SWS)
Angerer M [L], Angerer M, Wedel W, Wolf C

Prozesstechnik und Umweltschutz in modernen Kraftwerken (Vorlesung, 2 SWS)
Angerer M [L], Spliethoff H, Angerer M, Wedel W, Wolf C

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

Modulbeschreibung

MW0129: Thermische Verfahrenstechnik II (Thermal Separation Principles II) [TVT II]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
	90	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 Lerinhalte 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/Maying (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 II - Übung (Übung, 1 SWS)

Klein H (Wolfenstetter F)

Thermische Verfahrenstechnik II (Vorlesung, 2 SWS)

Klein H (Wolfenstetter F)

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

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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. Durch die mündliche Prüfung wird die Differenzierung von auswendig Gelerntem und tieferem Verständnis möglich. Die Wahl von Zweiergruppen mit alternierenden Fragen hilft eine nervositätsbedingte Blockade weitgehend zu vermeiden.

Prüfungsart: mündlich	Prüfungsdauer (min.): 30 Min	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
---------------------------------	--	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

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

Inhalt:

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:

Das Verständnis der grundlegenden Teilprozesse und ihrer Interaktion in technischen Verbrennungssystemen wird erworben. Die Voraussetzungen für eine weitere Vertiefung in Theorie und Praxis wird durch die Verinnerlichung der Grundkonzepte geschaffen. Einfache Dimensionierungs- und Skalierungsaufgaben können gelöst werden.

Lehr- und Lernmethoden:

Vortrag, 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, in der zusätzlich zu den alten Prüfungsaufgaben die Theorie komprimiert wiederholt wird.

Medienform:

Vortrag, Vorlesungsskript, Übungsaufgaben, Repetitorium von Musterfragen zur Strukturierung der Prüfungsvorbereitung.

Literatur:

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

Modulverantwortliche(r):

Sattelmayer, Thomas; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Verbrennung (Vorlesung, 2 SWS)

Sattelmayer T [L], Hirsch C

Übung zu Verbrennung (Übung, 1 SWS)

Sattelmayer T [L], Hirsch C

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]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:	
	90	Folgesemester	
		Vortrag:	Hausarbeit:

(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):

Prozess- und Anlagentechnik - Übung (Übung, 1 SWS)
Klein H (Kender R)

Prozess- und Anlagentechnik (Vorlesung, 2 SWS)
Klein H (Kender R)

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]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90 min	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:

Studenten 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.

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

Lernergebnisse:

Am Ende der Vorlesung sind die Studenten 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

D. Bodanski

Nuclear Energy,

Modulverantwortliche(r):

Macián-Juan, Rafael; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Einführung in die Kernenergie (MW0799) (Vorlesung, 3 SWS)
Macián-Juan R [L], de Melo Rego M, Macián-Juan R

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

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch/Englisch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	90	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)

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	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:

Da in der Vorlesung mathematische Ableitungen und Zusammenhänge aufgezeigt werden, werden die Inhalte des Moduls in der Vorlesung an der Tafel und mit Hilfe von Powerpoint-Präsentationen vermittelt. Wesentliche Inhalte

werden 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 I (Bioseparation Engineering I)

Bioproduktaufarbeitung 1

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch/Englisch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	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, chromatographie und extraktive Prozesse der Bioproduktaufarbeitung zu analysieren und zu bewerten. Zusätzlich sind sie in der Lage mehrere Verfahrensschritte 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.

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)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	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):**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

Reaktionsthermodynamische Grundlagen für Energiesysteme (Vorlesung, 2 SWS)

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

Übung Reaktionsthermodynamische Grundlagen für Energiesysteme (Übung, 1 SWS)

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

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

Modulbeschreibung

MW2119: Turbomaschinen (Turbomachinery)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	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

MW2152: Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems (Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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:

Examination with the following elements:

- Written or oral examination at the end of lectures (100%), depending on the number of attendees.
- During the lecture period optional seminar talks may be presented.

Prüfungsart: schriftlich oder mündlich	Prüfungsdauer (min.): 60 min. written or 30 min. oral, respectively.	Wiederholungsmöglichkeit: Vortrag: Ja
--	--	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

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 the physical processes underlying

the energy conversion process from wind. They will have a solid basic knowledge of wind turbine aerodynamics and structural dynamics, and they will understand 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 an understanding of the methods used for their modeling and simulation. A particular emphasis will be placed on design, and on the effects of design choices on the cost of energy.

Lehr- und Lernmethoden:

Learning method:

In addition to the individual methods of the students consolidated knowledge is aspired by repeated lessons in exercises and tutorials.

Teaching method:

During the lectures students are instructed in a teacher-centered style. The exercises are held in a student-centered way.

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], Bottasso C, Schreiber J

Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems (Übung, 1,5 SWS)

Bottasso C [L], Schreiber J

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)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch/Englisch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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 zu ausgewählten Inhalten des Moduls überprüft.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
	60	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Voraussetzungen für die erfolgreiche Teilnahme sind Grundkenntnisse in der Bioverfahrenstechnik.

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 an der Modulveranstaltung 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.

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):

Vorlesung, Umwelt-Bioverfahrenstechnik, 3SWS

Dirk Weuster-Botz, Prof. Dr.-Ing. (d.weuster-botz@lrz.tum.de)

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

Schwerpunktmodule (Specialization Modules)

Modulbeschreibung

EI0709: Grundlagen der Energiewirtschaft (Fundamentals of Energy Economy) [GDE]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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 Prüfungsleistung wird in Form einer schriftlichen Prüfung erbracht. Die Studierenden beantworten Verständnisfragen zu den Grundlagen der Energiewirtschaft.

Anhand von Rechenaufgaben wird überprüft, inwieweit die Studierenden die Grundlagen der Kraftwerkstechnik verstehen und in der Lage sind, die Betriebsweise von Kraftwerken aus Anforderungen der Energiebedarfsdeckung im Wettbewerbsmarkt zu analysieren und die daraus resultierenden Ergebnisse zu bewerten.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester	Vortrag:	Hausarbeit:
---------------------	------------------------------	---	-----------------	--------------------

(Empfohlene) Voraussetzungen:

keine

Inhalt:

- Energiewirtschaftliche Grundbegriffe und Definitionen,
- Struktur und Entwicklungstendenzen der Energieversorgung und -anwendung,
- Grundlagen der Energieversorgung unter Marktbedingungen,
- Grundlagen der Kraftwerkstechnik (Verbrennungsrechnung, Kreisprozesse und Anlagentechnik),
- Methoden zur Modellierung und Analyse energietechnischer Anlagen und Systeme,
- Technische, energetische und ökonomische Beschreibung und Bilanzierung der Energienutzung von der Energiedienstleistung bis zur Primärenergie,
- Grundlagen, Techniken und Potenziale der regenerativen Energien, insbesondere von Sonne, Wind, Wasser, Biomasse, Geothermie. Material-, Flächen- und Energieaufwand, Eigenschaften und Betriebsverhalten der Anlagen.

Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme am Modul ist der Studierende in der Lage:

- die Grundlagen der Energieversorgung und die Eigenschaften und Bereitstellung eingesetzter Energieträger zu verstehen.
- einen Überblick über die Erzeugung elektrischer Energie und die Eigenschaften der eingesetzten Kraftwerke zu geben.
- die Betriebsweise von Kraftwerken aus Anforderungen der Energiebedarfsdeckung zu analysieren und zu

bewerten,

- Grundlagen und Technologien zur Nutzung regenerativer Energien zu verstehen.
- Systeme auszulegen und deren Energieertrag zu berechnen.

Lehr- und Lernmethoden:

Vorlesung mit integrierten Übungen

Folgende Medienformen finden Verwendung:

- Präsentationen
- Skript
- In Übungen werden Gruppenarbeiten angestrebt, zu vorgegebenen Aufgaben sollen Lösungen erarbeitet werden. Geeignete Techniken sollen ausgewählt und Modellansätze sollen hierbei erarbeitet werden.

Medienform:

Folgende Medienformen finden Verwendung:

- Präsentationen
- Skript
- Übungsaufgaben mit Lösungen

Literatur:

- Vorlesungskript: Grundlagen der Energiewirtschaft,
- Buch: Kaltschmitt Wiese, "Erneuerbare Energien" Springer Verlag,
- Buch: Schwab, "Elektroenergiesysteme", Springer Verlag,
- IfE Schriftenreihe Heft 11: Erzeugung elektrischer Energie, Thermische Stromerzeugungsanlagen,
- IfE Schriftenreihe Heft 1: Nutzung regenerativer Energien.

Modulverantwortliche(r):

Wagner, Ulrich; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Vorlesung Grundlagen der Energiewirtschaft (3 SWS)

Übung Grundlagen der Energiewirtschaft (1 SWS)

Ulrich Wagner (uwagner@tum.de)

Peter Tzscheuschler (ptzscheu@tum.de)

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

Modulbeschreibung

EI0712: Simulation von mechatronischen Systemen (Simulation of Mechatronic Systems)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Bachelor	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	75	75

* 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:

- Klausur "Simulation mit Simulink/Matlab" (Gewichtung 50%)
- Klausur "Objektorientierte Modellierung von mechatronischen Systemen" (Gewichtung 50%)

"Simulation mit Simulink/Matlab" wird als Klausur mit 45 min Dauer

geprüft. Die Angabe enthält 6 Aufgaben (je eine zu Matlab,

Simulink und den behandelten 4 Toolboxen). Die Aufgaben zu Matlab

und Simulink sind pflichtmäßig zu bearbeiten, aus den Aufgaben zu

den 4 Toolboxen müssen Sie zudem eine bearbeiten. Schriftliche Unterlagen und nicht programmierbare

Taschenrechner sind zugelassen. Sie erstellen Lösungen zu technischen Fragestellungen auf Basis der

behandelten Software; ebenso prüfen Verständnisfragen den fachlichen Hintergrund der behandelten

Themengebiete ab. "Objektorientierte Modellierung von mechatronischen Systemen" wird als Klausur mit 45 min

Dauer geprüft. Die Prüfung besteht aus ca. 10 Aufgaben, in denen jeweils Fragen zur Modellierung von konkreten

physikalischen und regelungstechnischen Systemen, sowie zur Lösungsmethodik solcher Systeme zu beantworten

sind. Hilfsmittel sind nicht zugelassen, mit Ausnahme von Wörterbüchern für ausländische Studenten.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	2x45 Min.	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Kenntnisse in:

- Signalverarbeitung,
- Differentialrechnung,
- linearer Algebra und
- Fourier-/Laplace-Transformation

Folgende Module sollten vor der Teilnahme bereits erfolgreich absolviert sein:

- Mathematik 1 bis 4
- Signale
- Elektrizität und Magnetismus
- Systeme

Inhalt:

"Das Modul "Simulation von mechatronischen Systemen" besteht aus folgenden drei Veranstaltungen

- "Simulation mit Simulink/Matlab" (2SWS Vorlesung),
- "Objektorientierte Modellierung von mechatronischen Systemen" (2SWS Vorlesung) und
- Praktikum "Simulation von mechatronischen Systemen" (1SWS).

Es werden folgende Inhalte vermittelt:

- "Simulation mit Simulink/Matlab": MATLAB-Grundlagen: Variablen, Ein/Ausgabe, Programmierung, Graphik (2D, 3D), Matlab-Toolboxen: Regelungstechnik (Control System TB), Signalverarbeitung (Signal Processing TB), Optimierung (Optimization TB) Zustandsautomaten (Stateflow). SIMULINK: Grundlagen, lineare und nichtlineare Systeme, Abtastsysteme.
- "Objektorientierte Modellierung von mechatronischen Systemen": Modellierung kontinuierlicher Systeme (Objektdiagramme, Modelica, elektrische Schaltungen und Maschinen, Antriebsstränge, 3D-Mechanik, Wärmeleitung, Ein/Ausgangsblöcke), Mathematische Beschreibung kontinuierlicher Systeme (differential-algebraische Gleichungen (DAE), singuläre DAEs, Regularisierungsmethoden, sparse Methoden, BLT, Tearing, Integrationsverfahren, Echtzeit-Anwendungen), unstetige und strukturvariable Systeme (Zeit-/Zustandsereignisse, hierarchische Zustandsautomaten, Synchronisierung von Ereignissen, ideale Schalter, Diode, Thyristor, Lagerreibung, Kupplung, Getriebe).
- Das Praktikum "Simulation von mechatronischen Systemen" soll die Inhalte der Vorlesungen vertiefen und anhand von eigenen Implementierungen (Rechnersimulation mithilfe von Matlab/Simulink und Dymola/Modelica) praktisch umsetzen.

Lernergebnisse:

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

- Simulationstechniken mit Matlab/Simulink und Dymola/Modelica zu verstehen und eigenständig zu implementieren und
- multidisziplinäre Modellierungen und Simulationen großer Systeme mit mechanischen, elektrischen, thermischen und regelungstechnischen Komponenten zu verstehen und durchzuführen (insbesondere im Hinblick auf die Hardware-in-the-Loop Simulation und "embedded control").

Lehr- und Lernmethoden:

Als Lehrmethode wird in den Vorlesungen Frontalunterricht gehalten.

Daneben steht die individuelle Lehrmethode des Studierenden im Vordergrund. Übungsaufgaben mit Musterlösungen sollen zum eigenverantwortlichen Üben und Ausprobieren anregen.

In Rechnerräumen können die Studierenden auf die entsprechenden Simulationswerkzeuge zugreifen und bei entsprechender Hilfestellung die Übungsaufgaben möglichst selbstständig bearbeiten.

Medienform:

Folgende Medienformen finden Verwendung:

- Präsentation(en)
- Buch/Skript
- Präsentationsfolien als Download im Internet
- Übungsaufgaben (mit Musterlösungen) im Internet

Literatur:

Folgende Literatur wird empfohlen:

- A. Angermann, M. Beuschel, M. Rau und U. Wohlfarth "Matlab-Simulink-Stateflow", Odenbourg-Verlag (siehe www.matlabbuch.de)
- D.- Schröder, "Elektrische Antriebe - Regelung von Antriebssystemen", 3. Auflage 2009, Springer-Verlag, Berlin
- Skript zur Vorlesung (Modeling, Simulation, and Control with Modelica and Dymola)

Modulverantwortliche(r):

Kennel, Ralph; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Praktikum Simulation von mechatronischen Systemen (Praktikum, 1 SWS)

Kennel R [L], Manoharan D, Otter M

Objektorientierte Modellierung Mechatronischer Systeme (Vorlesung, 2 SWS)

Otter M

Simulation mit SIMULINK/MATLAB (Vorlesung, 2 SWS)

Rau M, Wohlfarth U, Angermann A, Beuschel M

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

Modulbeschreibung

MW0019: Bioreaktoren (Bioreaction Engineering)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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 zu ausgewählten Inhalten des Moduls 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.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	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 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 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 Chmiehl: 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, Tröndle J

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
Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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 sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Frage- und Problemstellungen anzuwenden.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	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 schnellaufenden 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):

Wachtmeister, Georg; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Vertiefungsvorlesung Motormechanik (Vorlesung, 3 SWS)
Wachtmeister G, Bartkowski T

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]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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 sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Frage- und Problemstellungen anzuwenden.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90 min	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 NOx-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, NOx-Entstehung, Verbrennung, Aufladung) und für den jeweiligen Anwendungsfall geeignete auszuwählen

... die Merkmale und die Vorgänge der konventionellen Brennverfahren des Otto- und des Dieselpzesses 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):

Wachtmeister, Georg; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Vertiefungsvorlesung Motorthermodynamik und Brennverfahren (Vorlesung, 3 SWS)
Wachtmeister G, Mährle C

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

Modulbeschreibung

MW0357: Gasdynamik (Gas Dynamics) [Gdy]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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 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 Zusammenhänge), Übungsfragen (d.h. die Anwendung von Techniken vergleichbar mit den Übungsaufgaben) und Transferfragen über das gesamte Themenspektrum prüfbar wird.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester	Vortrag:	Hausarbeit:
---------------------	------------------------------	---	-----------------	--------------------

(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 verfügen nach erfolgreichem Bestehen des Moduls Gasdynamik über: (1) Kenntnisse des grundsätzlichen Vorgehens in der Formulierung von Vereinfachungen zu den Gleichungen in der kompressiblen Strömungslehre wie auch der Thermodynamik, (2) die Fähigkeit zur Analyse stationärer und instationärer gasdynamischer Probleme mit analytischen Methoden, (3) die Fähigkeit, mit Hilfe der Lösung linearer Differentialgleichungen das Verhalten von Überschallströmungen um schlanke Körper qualitativ zu ermitteln und zu bewerten, (4) Kenntnisse über wellendynamische Prozesse einschließlich der instationären Stoßbildung, (5)

Kenntnisse über experimentelle Vorrichtungen zur Analyse von kompressiblen Gasströmungen, (6) Kenntnisse über das breite Anwendungsfeld der 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).

Lehr- und Lernmethoden:

Vorlesung: Darbietendes Lehrverfahren, sowie selbst erarbeitetes Referat mit Vortrag und Ausarbeitung.
Übung: Darbietendes und erarbeitendes Lehrverfahren.

Medienform:

Multimedial gestützter Frontalunterricht

Literatur:

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

Modulverantwortliche(r):

Adams, Nikolaus; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

820327388 Gasdynamik (MW0357) (2SWS VO, SS 2017/18) [GP] Schmidt S

820335969 Übung zu Gasdynamik (MW0357) (1SWS UE, SS 2017/18) [GP] Schmidt S

Dr.-Ing. Steffen Schmidt

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

Modulbeschreibung

MW0376: Biofluid Mechanics (Biofluid Mechanics)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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 am Ende des Semesters werden ausgewählte Inhalte des Kurses geprüft.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90 min	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 Luftstörung 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

MW0510: Flugantriebe I und Gasturbinen (Flight Propulsions I and Gas Turbines) [FA1]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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 schriftliche Prüfung umfasst einen Kurzfragenteil, in dem die Inhalte der Vorlesung wiederzugeben sind, sowie Berechnungsaufgaben zur Auslegung und Thermodynamik (Kreisprozesse und Komponenten) von Fluggasturbinen.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Thermodynamik 1 (empfohlen)

Inhalt:

Einführung [Klassifizierung und Anwendungsbereiche von Wärmekraftmaschinen; Prinzip der kontinuierlichen und diskontinuierlichen Arbeitsumsetzung; Aufbau einer Gasturbine;

Einblick in die Marktsituation];

Der thermodynamische Kreisprozess [Gaseigenschaften: Thermische und energetische Zustände, Stoffeigenschaften; 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, Limitationen];

Prozessführung bei Flugtriebwerken [Randbedingungen von Fluggasturbinen; Ebenenbezeichnung; Kreisprozessführung bei unterschiedlichen Triebwerkskonfigurationen; Schubgleichung; Leistungen und Wirkungsgrade; Triebwerksauslegung und Optimierung];

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, Turbohaft, Turbofan, Schubvariation, Schub- und Verbrauchslinie].

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung 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 Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation mit Tablet-PC und Tafelanschrieb vermittelt. Den Studenten 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.

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

Modulverantwortliche(r):

Gümmer, Volker; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Übung zu Flugantriebe 1 und Gasturbinen (Übung, 1 SWS)
Gümmer V [L], Eckel J, Kerler M, Zimmermann A

Flugantriebe 1 und Gasturbinen (Vorlesung, 2 SWS)
Gümmer V [L], Gümmer V (Kerler M, Zimmermann A)

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)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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 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.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	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. 10. Auflage, Hüthig-Verlag 2008. Ein Standard-Werk. Der Vorlesungsstoff wird bis auf wenige Ausnahmen gut abgedeckt.
- [2] Lunze, J.: Regelungstechnik 1 und 2. Springer 1997. Lehrbuch in 2 Bänden, das den Stoff ebenfalls gut abdeckt. Viele Beispiele und Übungsaufgaben, auch mit MATLAB.
- [3] Ludyk, G.: Theoretische Regelungstechnik. Springer 1995. 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. Prentice Hall. Ein Lehrbuch zur nichtlinearen Regelung.
- [5] Franklin, G.F., Powell, J.D., Emami-Naeini, A.: Feedback Control of Dynamic Systems. Pearson 2006. Modernes Lehrbuch.
- [6] Dorf, R.C., Bishop, R.H.: Moderne Regelungssysteme. Pearson 2006. 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

MW0539: Moderne Methoden der Regelungstechnik 2 (Modern Control 2)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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. In dieser soll nachgewiesen werden, dass in begrenzter Zeit und einer selbst geschriebenen Formelsammlung als Hilfsmittel ein Problem erkannt wird, und Wege zu einer Lösung gefunden werden können. Die Prüfungsfragen gehen über den gesamten Vorlesungsstoff.

Die Antworten erfordern kurze Rechenaufgaben. Darüberhinaus können teils eigene Formulierungen und das Ankreuzen von vorgegeben Mehrfachantworten gefordert werden.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Der Stoff der Modulveranstaltung "Regelungstechnik" wird vorausgesetzt.

Ferner wird der Besuch der Modulveranstaltungen "Systemtheorie in der Mechatronik" sowie "Moderne Methoden der Regelungstechnik 1" stark empfohlen.

Inhalt:

Wie steuert man die Antriebsdüsen einer Raumstation so, dass die gewünschte Position pünktlich und bei minimalem Treibstoffverbrauch erreicht wird? Welches Regelungsgesetz lenkt einen Kran (mit begrenzter Motorleistung) in der kürzestmöglichen Zeit exakt über die Zielposition? Derartige Fragen nach optimaler Steuerung/Regelung bilden einen Schwerpunkt der Vorlesung. Dabei wird bestmögliches Systemverhalten im Sinne eines vorgegebenes Gütemaßes, also Optimalität im strengen Sinne, angestrebt. Solche Gütemaße können Forderungen nach Zeitoptimalität, Verbrauchsoptimalität, "schönem" Übergangsverhalten oder auch nach Robustheit der Stabilität gegenüber Modellierungsungenauigkeiten widerspiegeln.

Einen zweiten Schwerpunkt des Moduls bilden nichtlineare dynamische Systeme. Sie weisen besondere Verhaltensweisen auf wie z.B. Dauerschwingungen im stabilen Betrieb (zu beobachten beim Raumthermostat, der die Zimmertemperatur ständig zwischen einem unteren und einem oberen Schwellwert wandern lässt). Zum Verständnis und zum gezielten Entwurf nichtlinearer Systeme stehen wirksame Verfahren zur Verfügung. Moderne Entwicklungen, die in den letzten Jahren zu bemerkenswerten Ergebnissen und neuen Anwendungsfeldern geführt haben, werden vorgestellt und anhand von technischen Anwendungen illustriert.

Gliederung:

Zur optimalen Steuerung und Regelung:

- * Optimierung dynamischer Systeme als Variationsproblem
- * Lineare Systeme mit quadratischem Gütemaß
- * Das Maximum-Prinzip und seine Anwendung
- * Dynamische Programmierung

Zu nichtlinearen Regelung:

- * Popow-Kriterium
- * Direkte Methode und Lyapunov-Funktionen zur Reglersynthese

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage

- entkoppelnde Ein-/Ausgangslinearisierende Regelungen zu entwerfen,
- Beobachter für nichtlineare Systeme zu entwerfen,
- Stabilität von nichtlinearen Systemen mittels der direkten Methode von Ljapunow zu beurteilen,
- Optimale Regelungen für lineare Systeme zu entwerfen und deren Herleitung zu verstehen,
- Optimale Regelungen für einfache nichtlineare Systeme zu entwerfen (analytisch oder mittels dynamischer Programmierung),
- die auftretenden Probleme bei der Bestimmung einer optimalen Lösung für nichtlineare Systeme zu verstehen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Modulveranstaltung 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 vorgerechnet. Zu allen Aufgaben stehen Musterlösungen zur Verfügung.

Medienform:

Vortrag, Tafelanschrieb, Videos
Beiblätter und Übungen (die beiden Letzteren auch zum Download)

Literatur:

Zur nichtlinearen Regelung:

" Föllinger, O.: Nichtlineare Regelungen 1 und 2. R. Oldenbourg Verlag 1993. Gut lesbares Lehrbuch zu den klassischen Methoden nichtlinearer Regelungstechnik. Deckt folgende Kapitel der Vorlesung ab: Entwurf in der Zustandsebene, Direkte Methode (Ljapunow), Harmonische Balance, Popow-Kriterium. Übungsaufgaben mit Lösungen.

" Ludyk, G.: Theoretische Regelungstechnik 2. Springer 1995. Enthält nur ein Kapitel zur nichtlinearen Regelung, dort stehen die wichtigsten Ergebnisse zur Ein-Ausgangslinearisierung und zur nichtlinearen Regelungsnormalform.

" J.J.E. Slotine und W. Li: Applied Nonlinear Control. Prentice Hall 1991. Dieses Lehrbuch wird insbesondere wegen seiner didaktisch guten Präsentation und den anwendungsbezogenen Beispielen empfohlen. Es bringt: Entwurf in der Zustandsebene, Ljapunow-Theorie, Harmonische Balance, Differentialgeometrische Methode, Sliding Control (bewußter Betrieb im Kriechvorgang, wichtig in der Antriebstechnik), adaptive Regelung, Spezielle Hilfsmittel zur Regelung von Mehrgrößensystemen (Trajektorien-Folgeproblem, Robustheit und weitere Themen).

" Vidyasagar, M.: Nonlinear Systems Analysis. Prentice Hall 1993. Lehrbuch zu: Entwurf in der Zustandsebene, Ljapunow-Theorie, Harmonische Balance, Linearisierung durch Zustandsrückführung. Das Buch hilft wegen seiner Genauigkeit weiter, wenn in den oben genannten Büchern zugunsten der Lesbarkeit auf Vollständigkeit verzichtet wurde. Nicht leicht lesbar.

" Khalil, H.K.: Nonlinear Systems. Prentice Hall 1996. Bringt umfangreich-Theorie, linearisierende Regelung und weitere Themen.

Universität Bremen
Institut für Automatisierungstechnik
Regelungstheorie 2
Prof. Dr. B. Lohmann
Beiblatt
0.1 - 2

" Nijmeijer, H. and van der Schaft, A.J.: Nonlinear Dynamical control Systems. Springer 1996. Sehr mathematisch orientiertes Buch zur nichtlinearen Zustandsrückführung.

Zur Optimalen Steuerung und Regelung:

" Föllinger, O.: Optimale Regelung und Steuerung. 3. Auflage, R. Oldenbourg Verlag 1994. Dieses Lehrbuch bringt Hamilton-Formalismus, Maximumprinzip, zeitoptimale Steuerung und Regelung, dynamische Programmierung. Beispiele und Übungsaufgaben.

" Anderson, B.D.O., Moore, J.B.: Optimal Control, Linear Quadratic Methods. Prentice Hall, 1990.

Modulverantwortliche(r):

Lohmann, Boris; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Moderne Methoden der Regelungstechnik 2 - Vertiefungs- und Literaturübung - (MW0539) (Übung, 1 SWS)
Lohmann B

Moderne Methoden der Regelungstechnik 2 - Vorlesung - (MW0539) (Vorlesung, 2 SWS)
Lohmann B (Strohm J)

Moderne Methoden der Regelungstechnik 2 - Übung - (MW0539) (Übung, 1 SWS)
Strohm J

Moderne Methoden der Regelungstechnik 2 - Zusatzübung - (MW0539) (Übung, 1 SWS)
Strohm J

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]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 108	Präsenzstunden: 42

* 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 Prüfungsleistungen werden in Form schriftlicher Klausuren erbracht. Damit soll nachgewiesen werden, daß in begrenzter Zeit und mit begrenzten Hilfsmitteln ein Problem erkannt wird und Wege zur korrekten Lösung gefunden werden. Der Prüfungsinhalt erstreckt sich über den gesamten Vorlesungsinhalt. Fakten- und Zusammenhangswissen werden in einem Kurzfragenteil überprüft, Problemlösungskompetenz in einem Rechenaufgabenteil.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90 Minuten	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.

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):

820691436 Turbulente Strömungen (MW0595) (2SWS VO, SS 2017/18) [GP] Adams N (Adami S, Kaiser J)

820841056 Übung zu Turbulente Strömungen (MW0595) (1SWS UE, SS 2017/18) [GP] Kaiser J. C.

Adami, Stefan, Dr.-Ing.

Kaiser, Jakob, M. Sc.

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]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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. Eine Mischung aus Wissensfragen und Rechenaufgaben soll das Verständnis spezieller Phänomene bzw. die Anwendung spezieller Arbeitstechniken einerseits und das Gesamtkonzept von Modellierung, Diskretisierung und Lösung andererseits prüfen. Der Prüfungsinhalt erstreckt sich über die gesamte Lehrveranstaltung.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	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 wichtige 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 selber 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, Schoeder 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)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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 sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Frage- und Problemstellungen anzuwenden.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	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):

Wachtmeister, Georg; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Methoden in der Motorapplikation (Vorlesung, 3 SWS)

Wachtmeister G, Schäffer J, Pöllmann S

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]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	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; PD Dr.-Ing. habil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Grenzschichttheorie (MW0798) (Vorlesung, 2 SWS)
Stemmer C (Di Giovanni A)

Übung zu Grenzschichttheorie (MW0798) (Übung, 1 SWS)
Stemmer C (Di Giovanni A)

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

Modulbeschreibung

MW0868: Moderne Methoden der Regelungstechnik 3 (Modern Control 3)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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 der Regel in Form einer Klausur erbracht. In dieser soll nachgewiesen werden, dass in begrenzter Zeit und mithilfe einer selbst geschriebenen Formelsammlung als Hilfsmittel Probleme erkannt und Wege zu einer Lösung gefunden werden. Die Prüfungsfragen gehen über den gesamten Vorlesungsstoff.

Die Bearbeitung der Prüfungsfragen erfordert teilweise Berechnungen im Stile der Übungsaufgaben. Zur Beantwortung von Wissens- und Verständnisfragen werden in der Regel begründete eigene Formulierungen gefordert. Ein geringer Teil von Fragen ist über das Ankreuzen von vorgegebenen Antwortalternativen zu beantworten ("Multiple Choice").

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Sehr empfohlen wird der Besuch der Modulveranstaltungen "Moderne Methoden der Regelungstechnik 1 und 2".

Inhalt:

Ziel des Moduls ist es, Einblicke in wichtige Verfahren der nichtlinearen Systemanalyse und Regelung sowie der Modellreduktion zu geben. Die behandelten Gebiete stellen zentrale Themen der aktuellen Forschung dar und finden immer öfter auch in den verschiedensten Zweigen der Industrie Anwendung.

Die hierzu vermittelten regelungstechnischen Kenntnisse schließen sich einerseits an die Vorlesungen Moderne Methoden der Regelungstechnik 1 und 2 an, andererseits bereiten sie auf die Bearbeitung von Themen in den Forschungsgebieten des Lehrstuhls vor. Folgende Inhalte werden vorgestellt:

- 1) Ljapunowbasierte Methoden
 - Stabilitäts- und Konvergenzanalyse nichtlinearer dynamischer Systeme mit Ljapunowverfahren, Invarianzprinzip
 - Backstepping
 - Modellreferenz-adaptive Regelung (MRAC), Konvergenzuntersuchung mit dem Lemma von Barbalat
- 2) Energiebasierte Modellierung und Regelung
 - Eigenschaften dissipativer / passiver Systeme
 - Modellbildung Port-Hamiltonscher Systeme

- Nichtlineare passivitätsbasierte Regelung (z.B. IDA-PBC)

3) Modellreduktion

- Balancing and Truncation
- Krylov-Unterraumverfahren

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an den Modulveranstaltungen sind die Studierenden in der Lage

- die Anwendbarkeit der behandelten Verfahren zur Konvergenz- und Stabilitätsuntersuchung auf ein gegebenes nichtlineares System zu beurteilen und die entsprechende Untersuchung durchzuführen,
- Regelungen auf Grundlage der besprochenen Verfahren zu entwerfen,
- die für Analyse und Regelungsentwurf relevanten Eigenschaften passiver Systeme zu benennen,
- die Charakteristika der Port-Hamiltonschen Systemdarstellung zu beschreiben und die Port-Hamiltonsche Modellbildung für die betrachteten und vergleichbare Systemklassen durchzuführen,
- zwei Verfahren zur Modellordnungsreduktion (Balanciertes Abschneiden und Krylov-Unterraummethoden) zu verstehen und ihre Anwendbarkeit auf Beispielsysteme zu bewerten,
- mathematische Werkzeuge der Modellreduktion (Vektorräume, Projektionen, Singulärwertzerlegung) anzuwenden,
- aktuelle wissenschaftliche Literatur auf dem Gebiet der Regelungstechnik zu verstehen und diskutieren

Lehr- und Lernmethoden:

In den Modulveranstaltungen werden durch Vortrag und Tafelanschrieb alle Methoden systematisch aufeinander aufbauend hergeleitet und an Beispielen illustriert. Vorlesungsskripte zu den Vorlesungsteilen stehen zur Vor-/Nachbereitung zur Verfügung (Download), ebenso weiteres Begleitmaterial in Form von Beiblättern.

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.

Medienform:

Vortrag, überwiegend Tafelanschrieb, teils Präsentation mit Beamer

Zum Download:

Vorlesungsskripte, Beiblätter und Übungsblätter mit Lösungen

Literatur:

Analyse und Regelung nichtlinearer Systeme

[1] Khalil, H.: Nonlinear Systems, Prentice Hall.

[2] Slotine, J.J.E. and W. Li: Applied Nonlinear Control. Prentice Hall.

Passivitäts-/energiebasierte Verfahren

[3] van der Schaft, A.: L2-Gain and Passivity Techniques in Nonlinear Control, Springer-Verlag.

[4] Sepulchre, R., Jankovic, M., Kokotovic, P.V.: Constructive Nonlinear Control.

Modellordnungsreduktion

[5] A. C. Antoulas. Approximation of Large scale Dynamical Systems. Society for Industrial and Applied Mathematics, 2006.

Modulverantwortliche(r):

Kotyczka, Paul; 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

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

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 120 min	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

MW0964: Grundlagen der Thermal-Hydraulik in Nuklearsystemen (Fundamentals of Thermal-hydraulics in Nuclear Systems) [NUK4]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90 min	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester	Hausarbeit: Ja
Hausaufgabe: Ja			

(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

MW1147: Auslegung thermischer Apparate (Equipment Design) [ATA]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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 zur Apparateauslegung werden durch Kurzfragen (Verständnisfragen) zu ausgewählten Inhalten des Moduls überprüft. 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).

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	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 Naturumlauferdampfern.

Kapitelübersicht: Grundlagen der Einphasenströmung; Grundlagen der Mehrphasenströmung; Gestaltung und Dimensionierung von Bodenkolonnen; Gestaltung und Dimensionierung von Packungskolonnen; Wärmeübertrager; Naturumlauferdampfer.

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 Inhalte des Moduls werden in der Vorlesung (2 SWS) mit Hilfe von Herleitungen an der Tafel, Overhead-Folien sowie 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 eine Woche später vorgerechnet und diskutiert werden. Dies ermöglicht den Studierenden eine Selbstkontrolle.

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):

Auslegung thermischer Apparate - Übung (Übung, 1 SWS)
Rehfeldt S (Hanusch F), Klein H

Auslegung thermischer Apparate (Vorlesung, 2 SWS)
Rehfeldt S (Hanusch F), Klein H

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]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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, Lösung von Anwendungsaufgaben

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90 min	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 Strahlenschutzeinrichtungen 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. Gruppen

Introduction to Nuclear Engineering
J.R. Lamarsh

Nuclear Reactor Analysis
J.J. Duderstedt

Particle Detectors
C. Gruppen; B. Shwartz

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], de Melo Rego M

Strahlung und Strahlenschutz (Vorlesung, 2 SWS)
Macián-Juan R [L], Macián-Juan R (de Melo Rego 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)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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 60-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.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester	
		Vortrag:	Hausarbeit:

(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 Lehrinhalte 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; PD Dr.-Ing. habil.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

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

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

Modulbeschreibung

MW1740: Nachhaltige Energiesysteme mit Seminar (Sustainable Energy Systems with Seminar)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 120	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 wird in Form einer schriftlichen Klausur (Bearbeitungszeit: 60 Minuten) und einer schriftlichen Ausarbeitung (ca. 10 Seiten p.P.) begleitet von einem Vortrag (ca. 20 Minuten) im Seminar erbracht.

In der Klausur soll nachgewiesen werden, dass in begrenzter Zeit und ohne Hilfsmittel die in der Veranstaltung des Moduls behandelten Grundlagen, Funktionsweisen und Konzepte nachhaltiger Energiesysteme wiedergegeben und erklärt und einfache Verständnisrechnungen dazu gelöst werden können.

In der schriftlichen Ausarbeitung und in dem Vortrag des Seminars soll das untersuchte/entwickelte energietechnische Konzept wissenschaftlich vorgestellt werden. Dabei werden die Ergebnisse einer Jury aus der Wirtschaft vorgetragen.

Zusammensetzung der Note:

60 % schriftliche Klausur

40 % Ausarbeitung mit Vortrag im Seminar

Prüfungsart: schriftlich und mündlich	Prüfungsdauer (min.): 60	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
		Vortrag: Ja

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Besuch der Vorlesung Energiesysteme I ist empfohlen, aber nicht verpflichtend

Inhalt:

Im Fokus der Vorlesung stehen die regenerativen Energiewandlungsprozesse. Es werden zum einen die verschiedenen regenerativen und alternativen Konzepte vorgestellt, aber auch die Themen Umweltverträglichkeit, Verfügbarkeit und Energiespeicherung behandelt. Dazu wird ein Überblick über aktuelle Statistiken und Studien bzgl. der deutschen und weltweiten Energiesituation gegeben. Ebenfalls wird die Wirtschaftlichkeit der regenerativen Energien und Förderung z.B. durch das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) näher betrachtet und Ausbaukonzepte diskutiert.

Im Seminar zur Vorlesung Nachhaltige Energiesysteme erarbeiten die Studierenden in Kleingruppen selbstständig Nutzungskonzepte zu innovativen Verfahren der Energiewandlung und evaluieren die technische, sowie die ökonomische Realisierbarkeit des jeweiligen Ansatzes.

Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme an der Vorlesung sind die Studierenden in der Lage, die wesentlichen Funktionsweisen und technischen Grundlagen der behandelten regenerativen und alternativen

Energiewandlungssysteme zu erklären. Sie können die verschiedenen Konzepte hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit und Potentiale einschätzen und einfache Verständnisrechnungen durchführen. Ebenfalls kennen die Studierenden aktuelle Statistiken zum Energieverbrauch und Studien zur zukünftigen Energieversorgung und können diese richtig interpretieren.

Nach erfolgreicher Teilnahme am Seminar sind die Studierenden in der Lage neue, eigenständige Ideen zu entwickeln, bei denen das eigene Wissen Anwendung findet. Die Studierenden können energietechnische Probleme selbstständig lösen, im Team arbeiten und erarbeitete Lösungen vor Kommilitonen und Industrievertretern prägnant vorstellen.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Inhalte werden während der Vorlesung anhand eines Vortrages (Frontalunterricht), medial unterstützt durch Power Point Präsentationen, vermittelt. Damit und mit Hilfe des Skriptes, das den Studierenden in gedruckter Form zur Verfügung gestellt wird, werden die wesentlichen Funktionsweisen und technischen Grundlagen von Energiewandlungssystemen erklärt. Wesentliche Inhalte werden vertieft aufgegriffen und anhand Tafelzeichnungen und -anschriften (Verständnisrechnungen), Videos/Grafen und Bildern (aktuelle Statistiken zur Energiesituation) verdeutlicht.

Medienform:

Vortrag, Powerpointpräsentationen, Tafelzeichnungen, Videos/Grafen, Bilder

Literatur:

Skript als Druckversion, Literaturempfehlungen während der Vorlesung

Modulverantwortliche(r):

Spliethoff, Hartmut; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Vorlesung Nachhaltige Energiesysteme
Seminar zu Nachhaltige Energiesysteme
Lynn Hansen (lynn.hansen@tum.de)
Barbara Gumpert (barbara.gumpert@tum.de)

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)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 90	Eigenstudiumsstunden: 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 sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Problemstellungen anzuwenden und auf weiterführende Aufgabenstellungen zu übertragen.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
------------------------------------	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

In der Vorlesung werden Konzepte zur Wärmeabgewinnung 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):

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

Modulbeschreibung

MW1969: Desalination (Desalination)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 90	Eigenstudiumsstunden: 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:

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 60 min	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
------------------------------------	--	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Lernergebnisse:

Lehr- und Lernmethoden:

Medienform:

Literatur:

Modulverantwortliche(r):

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Tutorial Desalination (MW1969) (Übung, 1 SWS)
Sattelmayer T [L], Spinnler M, Heithorst B

Desalination (MW1969) (Vorlesung, 2 SWS)

Sattelmayer T [L], Spinnler M, Heithorst B

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]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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) zu ausgewählten Inhalten des Moduls 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.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 60	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 Regelkonfigurationen und zur Optimierung des prozessinternen Wärmeverbunds 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

Planung thermischer Prozesse (Vorlesung, 2 SWS)
 Rehfeldt S (Fritsch P)

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

Modulbeschreibung

MW2104: Automatisierungstechnik II (Industrial Automation II)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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, welche das Verständnis für eine modellbasierte Entwicklung und die Programmiersprachen in der Automatisierungstechnik prüft. Die Studierenden zeigen in der Klausur, ob sie in der Lage sind, das erlernte Wissen zu strukturieren und auf die gestellten Aufgaben anzuwenden.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit:
------------------------------------	------------------------------------	----------------------------------

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Automatisierungstechnik

Inhalt:

Das Modul Automatisierungstechnik 2 baut auf den Grundlagen des Moduls Automatisierungstechnik auf und legt einen Schwerpunkt auf die detaillierte Planung und Implementierung von Projekten in der Automatisierungstechnik. Der erste Schwerpunkt des Moduls, welcher sich mit der Planungs- und Entwicklungsphase eines Systems beschäftigt, umfasst dabei die Struktur- und Verhaltensmodellierung mittels SysML. Darauf folgend werden sowohl die Steuerungsebene, mit den für die SPS gebräuchlichen Programmiersprachen IEC 61131-3 und IEC 61499, als auch die Prozessleitebene detailliert beleuchtet. Auf der Prozessleitebene wird insbesondere auf 3D-Visualisierung, Alarmmanagement, und Human Factors eingegangen. Weitere Themengebiete des Moduls sind Kommunikationssysteme in der Feldebene, sowie aktuelle Ergebnisse und Beispiele aus der Forschung im Bereich Model-based Engineering.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage die Entwicklung und Implementierung von Projekten in der Automatisierungstechnik zu verstehen und die notwendigen Methoden zu bewerten und anzuwenden. Durch die Betrachtung der verschiedenen Ebenen der Automatisierungstechnik sind die Studierenden in der Lage die Einzelsysteme differenzieren zu können und deren Zusammenhänge ganzheitlich zu verstehen.

Lehr- und Lernmethoden:

Medienform:

Präsentationen

Tafelübung
Live-Demonstrationen

Literatur:

Modulverantwortliche(r):

Vogel-Heuser, Birgit; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Automatisierungstechnik 2 (Vorlesung, 2 SWS)

Vogel-Heuser B

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

Modulbeschreibung

MW2123: Aerodynamische Auslegung von Turbomaschinen (Aerodynamic Design of Turbomachinery) [AAT]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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 90-minütigen, schriftlichen Klausur erbracht. In einem Kurzfragenteil sollen die Studierenden demonstrieren, dass sie die Grundlagen der Auslegung von in der Industrie gängigen Turbomaschinenbauarten beherrschen. Durch die Bearbeitung von Rechenaufgaben soll die Fähigkeit der Studierenden nachgewiesen werden, Methoden zur Auslegung und Analyse von Turbomaschinen anzuwenden sowie berechnete Lösungen für eine technische Problemstellung zu bewerten und zu verbessern.

Zugelassene Hilfsmittel:

- nichtprogrammierbarer Taschenrechner
- vom Lehrstuhl gestellte Formelsammlung
- Zeichenwerkzeuge

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Flugantriebe 1 und Gasturbinen oder Grundlagen der Turbomaschinen und Flugantriebe (empfohlen)

Inhalt:

Verdichter- und Turbinenbauweisen und Einsatzgebiete, Funktionsweise von Turbomaschinen, fluid- und thermodynamische Grundlagen, Erhaltungsgleichungen im Absolut- und Relativsystem, Energieumsetzung in der Turbomaschinenstufe, Wirkungsgrade und Kenngrößen von Verdichter- und Turbinenstufen, einfache und erweiterte Differentialgleichung der Turbomaschinenströmung, Berechnungsverfahren: Mittelschnitt-, Mehrschnitt- und CFD-Technik, Verdichterkennfelder und Stufeninteraktion, Regelung und Überwachung des Verdichters, stationäres und instationäres Betriebsverhalten, sekundäre Strömungsphänomene, Einführung in die numerische Strömungsmechanik (CFD), numerische Berechnungsmethoden, Rotor-Stator-Interaktion

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die in der Industrie gängigen Turbomaschinenbauarten (Axial-, Radial- und Diagonalverdichter und -turbine) anhand von Vorgabeparametern zu berechnen und auszulegen. Sie verstehen die grundlegende Herangehensweise ausgehend von einfacher 1D Auslegung zu komplexer aerodynamischer 3D Auslegung von Verdichtern. Sie sind in der Lage, Verdichterparameter im Hinblick auf die Leistungsumsetzung und Betriebsverhalten zu analysieren und eine Bewertung durchzuführen, um die jeweiligen Stabilitätsgrenzen von Verdichtern einzuhalten. Sie sind des Weiteren in der Lage, die verschiedenen aufgezeigten numerischen Methoden zur Auslegung von Turbomaschinen zu bewerten, und für die jeweilige Aufgabenstellung eine geeignete Auswahl der numerischen Methode im Hinblick auf Anwendungskriterien zu treffen. Die Studierenden sind in der Lage, eine berechnete Lösung für eine

technische Problemstellung (z.B. Verdichterauslegung) zu bewerten und eigenständige Verbesserungsvorschläge zu schaffen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Tafelanschrieb vermittelt. Den Studierenden wird eine Foliensammlung, eine Formelsammlung sowie die jeweiligen Übungsaufgaben mit Musterlösung zugänglich gemacht. In der Übung werden beispielhaft Aufgaben mit Praxisbezug vorgerechnet und relevante Thematiken aus der Vorlesung intensiv behandelt. Alle Lehrmaterialien sowie weiterführende Informationen werden online zur Verfügung gestellt. In den Assistentensprechstunden kann individuelle Hilfe gegeben werden.

Medienform:

Skript, Präsentationen, Tafelanschrieb, Tablet-PC mit Beamer, Aufgaben mit Musterlösung

Literatur:

Cumpsty, N.A.: Compressor Aerodynamics, Krieger Pub. Co., 2004, ISBN 1-5752-4247-8.

Modulverantwortliche(r):

Hupfer, Andreas; 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

MW2202: Chemische Reaktortechnik (Chemical Reactors)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
	Deutsch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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)

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
mündlich	30	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):

Gleis, Stephan; M.Sc.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

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

Modulbeschreibung

MW2229: Control of Discrete Event Systems (Control of Discrete Event Systems)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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:

In the written exam students should prove to be able to identify a given problem and find solutions within limited time.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
Hausaufgabe: Ja	Gespräch: Ja	

(Empfohlene) Voraussetzungen:

No, however basic mathematical skills are recommend.

Inhalt:

Discrete event systems are systems defined using a finite number of states for which the evolution from a state to another only depends on the occurrence of a sequence of discrete events over time. Such systems find their applications in various contexts and in various scales, from the modeling of a simple queuing system, through communication systems, to large scale distributed manufacturing processes. The modeling and analysis of discrete event systems requires the understanding of a commonly used set of mathematical formalisms and methods. The mathematical formalisms will be introduced gradually in this course according to their power of expression and their need in the different methods used to model, specify, synthesize and analyze discrete event systems. These formalisms and methods will also be illustrated using several software tools.

Lernergebnisse:

This module is intended to be an introduction course on modelling and specification formalism, as well as synthesis and analysis methods for discrete event systems. The main didactic goal of this lecture is to provide the students with a variety of key formalisms and methods so that interested students should then be able to study the research literature on their own. On successful completion of the course, students will be able to:

- apply discrete mathematics to analyze simple discrete event systems
- explain the behavior of common formalisms used in modeling of discrete event systems, such as finite state automata, formal languages and Petri nets, for their non-timed and timed, basic and extended versions
- express equivalent behaviors using the above mentioned formalisms
- define functional and safety specifications in order to express what a system should do and what should be avoided
- define and analyze different properties of discrete event systems, such as reachability and controllability
- explain important methods used to specify and analyze the behavior of discrete event systems, such as Supervisory Control Theory
- analyze the performance of a system including uncertainties using Markov chains and queuing theory

- use software tools to perform the synthesis of a controller from models of the system and specifications of the desired behavior

Lehr- und Lernmethoden:

During the lectures students are instructed in a teacher-centered style. The exercises are held in a student-centered way. Where applicable, each chapter of the lecture is followed by an associated exercise/tutorial block.

Medienform:

Presentation, exercises, e-learning

Literatur:

- Introduction to Discrete Event Systems. Christos Cassandras and Stephane Lafortune. ISBN 978-0-387-33332-8, 2nd ed. 2008. - A list of selected research articles and book chapters will be provided online

Modulverantwortliche(r):

Provost, Julien; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Control of Discrete Event Systems - Exercise (Übung, 2 SWS)
Provost J [L], Jordan C, Ma C, Prenzel L, Provost J

Control of Discrete Event Systems (Vorlesung, 2 SWS)
Provost J [L], Jordan C, Ma C, Prenzel L, Provost J

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)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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 mündlichen Prüfung sind die vermittelten Inhalte auf verschiedene Problemstellungen anzuwenden. Prüfungsrelevant sind hierbei die in der Vorlesung vermittelten technischen und technologischen Inhalte. Im Rahmen des Seminars sollen von den Teilnehmern individuell gewählte Beispielkonzepte zur energetischen Nutzung von Biomasse und Reststoffen ausgearbeitet und anhand einer Wirtschaftlichkeitsrechnung und der genehmigungsrechtlichen Rahmenbedingungen beurteilt werden. Die im Rahmen des Seminars selbständig erarbeiteten Konzepte sollen schriftlich in Form eines verkürzten Businessplans dargestellt werden. Die Ergebnisse werden außerdem im Rahmen einer Abschlussveranstaltung vor den Kommilitonen und Prüfern präsentiert.

Die Beurteilung setzt sich zusammen aus der Bewertung des Seminars (schriftliche Ausarbeitung) sowie der Prüfungsnote.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:	
schriftlich und mündlich	30	Folgesemester	
		Vortrag:	Hausarbeit:
		Ja	Ja

(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 verschiedenster 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 an der Modulveranstaltung „Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen“ mit Seminar verstehen Studierende die Rahmenbedingungen und Reaktionsmechanismen bei Verbrennung, Vergasung und Fermentation. Sie sind in der Lage Konzepte 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 und wirtschaftlicher 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 Inhalte durch Vortrag, Präsentation, Tafelanschrieb, Verwendung von Multimedia-Komponenten (Filme und Animationen) sowie Funktionsmodelle vermittelt. Den Studenten 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 Studenten erhalten ebenso ein Skript mit den Inhalten des Vortrags sowie Arbeitsunterlagen mit Gleichungen, Datentabellen etc.. Im Rahmen des Seminars arbeiten die Studierenden selbständig und freiwillig Konzepte zur energetischen Nutzung von Biomasse aus und bewerten die Konzepte hinsichtlich der technischen, wirtschaftlichen und rechtlichen Darstellbarkeit.

Eine Exkursion zu einem Biomasse-Heizkraftwerk vermittelt praktische Aspekte der Biomassenutzung.

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):

Hartmut Spliethoff (spliethoff@tum.de)

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

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

Seminar zu Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen (Übung, 1 SWS)
 Jell S [L], Spliethoff H, Fendt S, Jell S, Johne P

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

Modulbeschreibung

MW2257: Aufarbeitung von makromolekularen Bioprodukten (Downstream Processing of Macromolecular Bioproducts)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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 zu ausgewählten Inhalten des Moduls und durch Rechenaufgaben überprüft (zugelassenes Hilfsmittel: wissenschaftlicher Taschenrechner). Kreditpunkte werden für das erfolgreiche Ablegen der Modulprüfung vergeben.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.): 60	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
---------------------	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

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

Inhalt:

- ζ Charakterisierung von Bioprodukten.
- ζ Zellabtrennung: Zentrifugation - Filtration - Flotation - Flokkulation.
- ζ Zellaufschluss: Kugelmühle - Hochdruckhomogenisator.
- ζ Fällung.
- ζ Flüssig-Flüssig Extraktion.
- ζ Membrantrennverfahren: Ultrafiltration ζ Elektrodialyse.
- ζ Chromatographie: Grundlagen - Materialanforderungen - Vorstellung der gängigen Chromatographieverfahren.
- ζ Kristallisation.
- ζ Großtechnische Fallbeispiele: Herstellung von L-Leucinhydrogenase - Somatotropin - Humaninsulin - alpha-Interferon - Tissue-Plasminogenaktivator - therapeutische monoklonale Antikörper.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an dieser Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, wichtige Aufbereitungsverfahren zur Isolierung und Aufreinigung von Biopolymeren zu verstehen und zu bewerten.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Lernziele werden anhand der wöchentlich stattfindenden Vorlesung und den Übungen vermittelt.

Medienform:

Die in der Vorlesung verwendeten Folien werden den Studierenden in geeigneter Form rechtzeitig zugänglich gemacht.

Literatur:

Harrison RG, Todd P, Rudge SR, Petrides DP (eds.) (2003) Bioseparations science and engineering. Oxford University Press, NY, Oxford.

Carta G, Jungbauer A (eds.) (2010) Protein Chromatography: Process Development and Scale-Up. Wiley-VCH Verlag, Weinheim.

Chmiel H (Hrsg.) (2011) Bioprozesstechnik. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
LV-Unterlagen.

Modulverantwortliche(r):

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

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Downstream Processing of Macromolecular Bioproducts (MW2257) (Vorlesung, 3 SWS)

Weuster-Botz D, Hekmat D

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

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	75	75

* 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 (Klausur mit ca. 60 Minuten) wird das Erreichen der Lernergebnisse durch Verständnisfragen und Beispielaufgaben bewertet.

Wird die Prüfungsform z. B. auf Grund der Zahl der Studierenden auf mündlich geändert, so ist der Richtwert für die Prüfungsdauer 25 Minuten.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:	
		Folgesemester / Semesterende	
		Vortrag:	Hausarbeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

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

Inhalt:

- Kernaufbau und Kernspaltung
- Wirkungsquerschnitte
- Resonanzstreuung und Breit-Wigner Formel
- Neutronenfluß, Reaktionsrate, freie Weglänge, Lebensdauer
- 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 FRMII

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 FRMII zu benennen und zu bewerten.

Lehr- und Lernmethoden:

- Vorlesung: Frontalunterricht und Beamer-Präsentation
- Übungen: Lösung von wöchentlichen Übungsaufgaben in Kleingruppen mit Unterstützung eines Tutors (Doktorand oder wissenschaftlicher Assistent)

Medienform:

Das Modul besteht aus einer Vorlesung (2SWS) und begleitenden Übungen (2SWS). Der Inhalt der Vorlesung wird auf der Wandtafel präsentiert und zum Teil mit dem Beamer projiziert. Die Übungen werden in Gruppen von 6 - 14 Studenten durchgeführt und zwar unter Anleitung eines Tutors. Die Übungsaufgaben werden eine Woche vor der Übungsstunde verteilt.

Literatur:

Standard-Lehrbücher der Reaktorphysik - zum Beispiel:

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

Modulverantwortliche(r):

Böni, Peter; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

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

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

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	90	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:

In einer schriftlichen Prüfung (Klausur mit ca. 60 Minuten) wird das Erreichen der Lernergebnisse durch Verständnisfragen und Beispielaufgaben bewertet.

Wird die Prüfungsform z. B. auf Grund der Zahl der Studierenden auf mündlich geändert, so ist der Richtwert für die Prüfungsdauer 25 Minuten.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:	
		Folgesemester / Semesterende	
		Vortrag:	Hausarbeit:

(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 Reflektorersparnis
- 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 der/die Studierende in der Lage

1. die Diffusion von Neutronen an Hand des Fick'schen Gesetzes zu verstehen und zu erklären
2. die Diffusionsgleichung in verschiedenen Geometrien und unterschiedlichen Randbedingungen zu lösen
3. Absorber im Neutronenfeld zu berechnen
4. Multiplizierende Medien zu benennen, zu verstehen und zu erklären
5. die Eigenwertgleichung eines kritischen Reaktors in verschiedenen Geometrien und unterschiedlichen

Randbedingungen zu lösen

6. die Alterstheorie nach Fermi zu verstehen und zu erklären
7. Reaktivitätskoeffizienten zu benennen, zu verstehen und zu erklären
8. Reaktortypen in Wissenschaft und Technik zu benennen und zu erklären

Lehr- und Lernmethoden:

Vortrag, Beamerpräsentation, Tafelarbeit, Übungen in Einzel- und Gruppenarbeit

Medienform:

Übungsblätter

Literatur:

Standard-Lehrbücher der Reaktorphysik, zum Beispiel:

1. D. Emendörfer, K.H.Höcker :Theorie der Kernreaktoren (B I Wissenschaftsverlag 1982)
2. K.H. Beckurts, K.Wirtz: Neutron Physics (Springer Verlag 1964)
3. A. Ziegler : Lehrbuch der Reaktortechnik (Springer Verlag 1964)
4. S.Glasstone, M.C. Edlund: Kernreaktortheorie (Springer Verlag 1961)

Modulverantwortliche(r):

Böni, Peter; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Reaktorphysik 2 und neue Konzepte in der Kerntechnik (Vorlesung, 2 SWS)

Böni P (Säubert S)

Übung zu Reaktorphysik 2 und neue Konzepte in der Kerntechnik (Übung, 2 SWS)

Böni P [L], Böni P

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

Studiengangübergreifende Module (Global Master Modules)

Dieser Wahlpflichtbereich enthält studiengangübergreifende Module.

Aus diesem Bereich sind maximal 10 ECTS zu erbringen. Da die aktuell gültige Liste an studiengangübergreifenden Modulen sehr umfangreich ist, enthält dieses Modulhandbuch stellvertretend für diese Vielzahl beispielhaft nur einige konkrete Modulbeschreibungen solcher Module.

(Dieses Modulhandbuch kann von den Studierenden mit den Beschreibungen zu den jeweils tatsächlich belegten Modulen erweitert werden.)

Modulbeschreibung

MW0056: Grundlagen Medizintechnik und Biokompatible Werkstoffe 1 (Basics Medical Engineering and Biocompatible Materials 1)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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 (Dauer: 90 Min.) wird das Verständnis der vermittelten Fachkenntnisse überprüft. Darüber hinaus wird geprüft, in wie weit die Studierenden in der Lage sind, das Gelernte auch auf die Lösung neuer Fragestellungen anzuwenden und zur Analyse und Bewertung von ingenieurwissenschaftlichen Problemen heranzuziehen.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Im Modul "Grundlagen Medizintechnik: Biokompatible Werkstoffe 1" werden die Grundlagen der therapeutischen und diagnostischen Medizintechnik vermittelt und eine Vertiefung in Richtung Biokompatible Werkstoffe vorgenommen. Werkstoffe sind jene unabdingbaren Festkörper, ohne die eine Diagnostik oder eine Therapie nicht möglich wären. Für die Studenten soll hiermit ein umfassender Einblick in die Welt der Medizintechnik ermöglicht werden.

Dabei werden folgende Themen behandelt:

Grundlagen der Medizintechnik in Diagnostik und Therapie, Vorstellung der wichtigsten mechanischen, elektrischen und biochemischen diagnostischen Verfahren sowie der modernsten Therapien mit Implantaten, Drug-Delivery-Systems, Elektroden, Knochen- und Weichteilbehandlungen sowie der chirurgisch-operativen Therapien. Für alle genannten Gebiete gilt der besondere Bezug zu Werkstoffen.

Werkstoffe in der Medizintechnik: Polymere; Werkstoffe in der Medizintechnik: Keramische Werkstoffe; Werkstoffe in der Medizintechnik: Metalle; Biologische Grundlagen; Tissue Engineering; Prozesstechnologien für die Medizintechnik; Geräte in der Medizintechnik; Theragnostik; Grundlagen Sterilisation; Bildgebende Verfahren; Implantologie; Herzkreislauf-Implantate; Implantate der Stoffwechselorgane sowie des Knochens und des Halteapparates; Auf Anwendungen am Schädel (Neurochirurgie, Dental-Verfahren) wird besonderer Wert gelegt;

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls "Grundlagen Medizintechnik: Biokompatibel Werkstoffe 1" sind die Studierenden zu folgenden Leistungen in der Lage:

- Weitreichende Kenntnisse in den wichtigsten Themenfeldern der Medizintechnik

- Eigenständige Analyse ingenieurwissenschaftlicher Fragestellungen der Medizintechnik und Entwicklung von Lösungen
- Kritische Bewertungen medizintechnischer Fragestellungen vorzunehmen und Kreation von Innovationen
- Kenntnisse über Marktgesetze und Innovationsförderung durch industriell-universitäre Cluster
- Einschätzung rechtlicher Voraussetzungen bei der Herstellung von Medizinprodukten

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Filmmaterial vermittelt. Beispielhaft werden Probleme und Themen aus der Praxis dargestellt. Den Studierenden werden die gelesenen Folien sowie weiterführende Informationen online über das Elearning-Portal zugänglich gemacht. Die klassische Frontalvorlesung wird durch zahlreiche Fragen- und Antwortpassagen auf eine optimale Form der Wissensvermittlung gebracht.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Handzettel, Online-Lehrmaterialien, Operationsfilme;

Literatur:

Wintermantel, E., Ha, S.-W., Medizintechnik - Life Science Engineering, 5. Auflage, Springer, Berlin, Heidelberg, Deutschland, 2009, <http://www.springerlink.com/content/j78q17/>

Modulverantwortliche(r):

Wintermantel, Erich; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Grundlagen Medizintechnik: Biokompatible Werkstoffe 1 (Vorlesung, 3 SWS)
Burkhardt S, Eblenkamp M, Werner V

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

Modulbeschreibung

MW0850: Nichtlineare Kontinuumsmechanik (Non-linear Continuum Mechanics)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 5	Gesamtstunden: 150	Eigenstudiumsstunden: 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. Eine Mischung aus Wissensfragen und Rechenaufgaben soll das Verständnis spezieller Phänomene bzw. die Anwendung spezieller Methoden zur quantitativen Beschreibung nichtlinearer Kontinuumsmechanik prüfen. Der Prüfungsinhalt erstreckt sich über die gesamte Lehrveranstaltung.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
------------------------------------	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Kenntnis der Axiome der Newton-Mechanik und Grundlagen der linearen Algebra werden vorausgesetzt. Grundkenntnisse der technischen Mechanik sind hilfreich, jedoch nicht zwingend erforderlich

Inhalt:

Nichtlineare Kontinuumsmechanik ist eine allgemeine Theorie, um das Verhalten kontinuierlicher Körper - seien sie fest, flüssig oder gasförmig - unter Einwirkung von Kräften zu beschreiben. Insbesondere behandelt sie die mathematische Beschreibung von Verzerrungen und Spannungen sowie des Materialverhaltens in kontinuierlichen Körpern. Sie bildet somit das Fundament für die Modellierung einer Vielzahl technischer Anwendungen. Inhalt:

- (1) Grundlagen der Tensorrechnung
- (2) Bewegung und Kinematik
- (3) Bilanzgleichungen
- (4) Konstitutive Beziehungen

Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Teilnahme am Modul Nichtlineare Kontinuumsmechanik beherrschen die Studenten quantitative Methoden zur Beschreibung beliebiger kontinuierlicher Systeme, die den Gesetzen der Newtonschen Mechanik unterliegen. Inhalte vorangehender Vorlesungen im Bereich der technischen Mechanik und Fluidmechanik werden von den Studenten als Spezialfälle dieser Methoden verstanden, die gleichzeitig die Grundlage für weiterführende Vorlesungen zur rechnergestützten Analyse mechanischer Systeme bilden, insbesondere für die Vorlesung "Nichtlineare Finite Elemente".

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 wichtigen 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.

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):

Nichtlineare Kontinuumsmechanik (MW0850) (Vorlesung, 3 SWS)

Wall W, Cyron C, Bräu F

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

Modulbeschreibung

MW1692: Aeroakustik (Aeroacoustics) [AA]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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 90-minütigen, schriftlichen Klausur erbracht, in der das Erreichen sämtlicher Lernergebnisse überprüft wird. In einem Kurzfragenteil sollen die Studierenden demonstrieren, dass sie grundlegende Fakten zur Aeroakustik kennen und die Zusammenhänge verstehen. Durch die Bearbeitung von Rechenaufgaben soll nachgewiesen werden, dass Studierende in begrenzter Zeit und mit begrenzten Hilfsmitteln ein aeroakustisches Problem erkennen und Wege zur korrekten Lösung finden.

Als Hilfsmittel für die Prüfung sind ein nicht-programmierbarer Taschenrechner, ein Wörterbuch (dictionary) und eine ausführliche Formelsammlung, die mit den Prüfungsunterlagen ausgehändigt wird, zugelassen.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
		Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Fluidmechanik I, Fluidmechanik II

Inhalt:

Eigenschaften und quantitative Beschreibung von Schall;
Wellengleichung der linearen Akustik, ebene Wellen, komplexe Wandimpedanz, Reflexion, Transmission;
Schallausbreitung in Kanälen, Modenstruktur; dreidimensionale Schallfelder, atmende und vibrierende Kugel;
Schallquellen: Monopol, Dipol, Quadrupol, Inhomogene Wellengleichung der Akustik, kompakte Quelle und Fernfeldapproximation; Schallerzeugung durch Strömung; akustische Analogie, Lighthill-Gleichung, Freistrahllärm, Erweiterung von Ffowcs Williams Hawkins und Curle, Kirchhoff-Integral, Wirbelschall.

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sollen die Studierenden in der Lage sein, Problemstellungen aus der Aeroakustik als solche zu erkennen und entsprechend der grundsätzlichen physikalischen Entstehungsmechanismen (pulsierender Massenfluss, Wechselkräfte, Turbulenz) einordnen zu können. Auf dieser Grundlage werden sie in der Lage sein, Maßnahmen zur Reduzierung oder Eindämmung von Strömungslärm zu entwerfen. Sie sollen zudem die Fähigkeit erwerben, zu beurteilen, welche Prognosemethoden für die Entstehung und die Ausbreitung von Strömungsschall bei einer konkreten Problemstellung aus Naturwissenschaft und Technik in Frage kommen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden Lehrinhalte anhand von Vortrag, Präsentation und Anschrieb mittels Tablet-PC und Beamer vermittelt. Dabei kommen Ausfüllfolien mit Leerstellen zum Einsatz, bei denen während der Vorlesung Teilschritte bei mathematischen Herleitungen ergänzt werden. Die Theorie wird mittels Beispielen unter

Verwendung audiovisueller Medien veranschaulicht. Den Studierenden wird eine Foliensammlung online zugänglich gemacht. In der Übung werden Aufgaben aus den im Voraus bekannt gemachten Übungsblättern vorgerechnet. Kleine Programmieraufgaben auf Basis von MATLAB helfen dabei, den Lernstoff zu verdeutlichen.

Medienform:

Multimedial gestützter Frontalunterricht,
MATLAB-Codes

Literatur:

Vorlesungsfolien, Übungsaufgaben.

Klaus Ehrenfried. "Strömungsakustik" (2004), ISBN 3-89820-699-8.

A. P. Dowling & J.E. Ffowcs Williams. ζ Sound and sources of sound ζ ,
John Wiley & Sons, 1983.

M. S. Howe. ζ Theory of vortex sound ζ . Cambridge University Press, 2003.

S. W. Rienstra & A. Hirschberg, (Eindhoven University of Technology): An introduction to Acoustics, 15 January 2012.

M. Goldstein. ζ Aeroacoustics ζ , McGraw Hill Internat. Book Company, 1976.

Modulverantwortliche(r):

Kaltenbach, Hans-Jakob; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Übung zu Aeroakustik (MW1692) (Übung, 1 SWS)

Kaltenbach H

Aeroakustik (MW1692) (Vorlesung, 2 SWS)

Kaltenbach H

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

Modulbeschreibung

MW2098: Technische Dynamik (Engineering Dynamics)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch/Englisch	Einsemestrig	Wintersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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 90-minütigen, schriftlichen Prüfung sollen die Studierenden die in Modul erworbenen Kompetenzen auf dem Gebiet der Technischen Dynamik unter Beweis stellen. Die Prüfung gliedert sich in 3 Bereiche:

ζ In Kurzfragen müssen Grundbegriffe und Phänomene der Technischen Dynamik erläutert, aber auch anhand von Beispielen angewandt, analysiert und bewertet werden. Dazu gehören: Prinzip der virtuellen Arbeit und dessen Beziehung zu den Lagrange und Newton Euler Gleichungen, Klassifizierung von kinematischen Zwangsbedingungen, Linearisierung der Bewegungsgleichungen um eine Gleichgewichtslage und Klassifizierung der einzelnen Terme (Masse, Steifigkeit, Dämpfung, Coriolis und Zentrifugal Kräfte) Stabilität von Gleichgewichtslagen in bewegten (z.B. rotierenden) und unbewegten Systemen, Modal Analyse und Übertragungsverhalten von gedämpften und ungedämpften Systemen, Interpretation von Rayleigh-Ritz und FEM im Sinne des Prinzips der virtuellen Arbeit.

ζ Der Lagrange bzw. Newton Euler Formalismus muss auf eine mechanische Problemstellung in Form einer Rechenaufgabe angewandt werden.

ζ Die Bewegungsgleichungen eines linearen kontinuierlichen Systems müssen durch analytische Lösung bestimmt oder mit Hilfe von Approximationsverfahren (Rayleigh-Ritz/ Finite Element Methode) aufgestellt werden.

Als Hilfsmittel sind fünf beidseitig beschriftete DIN A4 Blätter mit Notizen zugelassen.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
		Vortrag:
		Hausarbeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Vorlesung Technische Mechanik 3:

- (a) Verstehen von kinematischen/kinetischen/dynamischen Grundgleichungen der Mechanik.
- (b) Anwenden der Differential- und Integralrechnung, und der linearen Algebra auf mechanische Fragestellungen.

Inhalt:

Ausgehend vom Prinzip der virtuellen Arbeit werden die Lagrange und Newton Euler Formalismen hergeleitet. Mit diesen Methoden werden (automatisiert) die Bewegungsgleichungen von komplexen mechanischen Systemen aufgestellt. Durch Linearisierung der oft hochgradig nicht-linearen Gleichungen, wird die Stabilitätsanalyse von Gleichgewichtslagen ermöglicht und die wichtigen Begriffe der Modalzerlegung und Modellreduktion werden eingeführt. Abschließend werden analytische Methoden vorgestellt um die differentiellen Bewegungsgleichungen

von eindimensionalen Kontinua (Stäben und Balken) zu lösen. Die Approximationsmethoden nach Rayleigh-Ritz und die Finite Elemente Methode werden im Kontext des Prinzips der virtuellen Arbeit hergeleitet und deren Konvergenzverhalten anhand der analytischen Lösungen untersucht und beurteilt.

Die Vorlesung gliedert sich dabei wie folgt:

- 1) Analytische Dynamik
- 2) Dynamik von Starrkörpern
- 3) Linearisierung von Bewegungsgleichungen
- 4) Stabilitätsanalyse
- 5) Schwingungsmoden und Modalsuperposition
- 6) Analytische Lösung und Diskretisierung von kontinuierlichen Systemen

Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme sind die Studierenden in der Lage,

- ζ reale Systeme hinsichtlich ihrer mechanischen Eigenschaften zu abstrahieren, kinematische und kinetische Zusammenhänge zu analysieren und in einem mechanischen Modell zu beschreiben,
- ζ klassische Formalismen zur Herleitung der Bewegungsgleichungen von starren und linearflexiblen Mehrkörpersystemen anzuwenden,
- ζ die Grundbegriffe der Technischen Dynamik zu erläutern,
- ζ die klassischen Diskretisierungsverfahren auf kontinuierliche Systeme anzuwenden,
- ζ diskrete lineare Bewegungsgleichungen hinsichtlich Stabilitätsfragen und Modalanalyse zu bewerten,
- ζ klassische Phänomene in rotierenden Systemen und im Übertragungsverhalten von mechanischen Systemen zu erläutern, sowie mit Hilfe der Methode 'linearisierte Stabilität' die Dynamik nichtlinearer Systeme qualitativ bewerten.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung (wird auf Englisch gehalten) werden auf dem Tablet-PC die wichtigen Zusammenhänge, Formalismen und Methoden hergeleitet und analysiert. Beispielhaft werden Probleme aus der Praxis diskutiert sowie anhand von Lehrmodellen und Animationen visualisiert. Die Studierenden erhalten zusätzlich ein ausformuliertes Skript zur Vor- und Nachbearbeitung. In Zentral- und Tutor-Übungen (werden auf Deutsch gehalten) wenden die Studierenden die Methoden an, und analysieren und bewerten Fallbeispiele. Matlab Beispiele geben eine Grundidee zur Implementierung der gelernten Methoden.

Medienform:

Präsentation (Tablet-PC), Vorlesungsfolien, Skript, Animationen, Lehrmodelle und Versuche, Übungsaufgaben einschließlich Musterlösung.

Literatur:

Vor- und Nachbereitung mit Hilfe der Vorlesungsfolien, des Skripts sowie der Übungsaufgaben; gängige weiterführende Literatur ist dem Skript zu entnehmen.

Modulverantwortliche(r):

Rixen, Daniel; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Technische Dynamik Sprechstunde (Modul MW2098) (Kolloquium, 1 SWS)
Rixen D [L], Maierhofer J

Technische Dynamik Zentralübung (Modul MW2098) (Übung, 1 SWS)
Rixen D [L], Maierhofer J, Häußler M

Technische Dynamik (Modul MW2098) (Vorlesung, 2 SWS)
Rixen D [L], Rixen D, Maierhofer J

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

Modulbeschreibung

MW2352: Fahrerassistenzsysteme im Kraftfahrzeug (Advanced Driver Assistance Systems in Vehicles) [FAS]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
5	150	105	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 Modulprüfung mit einer Dauer von 90 Minuten beantworten Studierende Verständnis- und Transferfragen; sie sollen nachweisen, dass sie die Funktionsweise aktueller und zukünftiger Fahrerassistenzsysteme verstanden haben. Des Weiteren bearbeiten Studierende konkrete Fallbeispiele und lösen Rechenaufgaben; damit sollen sie ihre Fähigkeit demonstrieren, Entwicklungsprozesse von Fahrerassistenzsystemen analysieren und die zugehörigen relevanten Größen berechnen zu können. Zur Prüfung sind keine Unterlagen zugelassen. Als Hilfsmittel ist nur ein einfacher, nichtprogrammierbarer, Taschenrechner zugelassen.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	90	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Kenntnisse in der höheren Mathematik und Regelungstechnik vorteilhaft

Inhalt:

- Motivation, Geschichte, Stand der Wissenschaft und Technik
- Funktionsweise und Methoden der maschinellen Wahrnehmung
- Entwicklung einer funktionalen Systemarchitektur aus verschiedenen hierarchischen und verhaltensbasierten Ansätzen
- Geeignete Formen der Wissenspräsentation
- Verfahren zur Längs- und Querregelung und verwendeter Funktionslogiken
- Maschinelle Situationsanalyse und Verhaltensentscheidung
- Gestaltung der Mensch-Maschine-Schnittstelle, Grundkonzepte und aktuelle Beispiele
- Analyse und Bewertung von Fahrerassistenzsystemen
- Fahrerassistenzsysteme in Forschung und Vorentwicklung

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Veranstaltung haben die Studierenden einen umfangreichen Überblick über die Funktionsweise aktueller und zukünftiger Fahrerassistenzsysteme insbesondere in den Bereichen verwendeter Sensorik, Funktionslogik, Mensch-Maschine Schnittstellen, Regelungen und Systemarchitekturen. Des Weiteren sind die Studierenden in der Lage, den Entwicklungsprozess von Fahrerassistenzsystemen zu analysieren und zu bewerten.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden die Lehrinhalte mittels Vortrag und Präsentation vermittelt. Dabei werden mittels Tablet-PC komplexere Sachverhalte hergeleitet und illustriert. Während der Vorlesung werden explizit Vorlesungsfragen gestellt, die eine Transferleistung von den Studierenden erwarten und bei denen die Studierenden die Möglichkeit bekommen, sich zu Wort zu melden und eine etwaige Lösung zu diskutieren.

Im Rahmen der Übungsteile werden die grundlegenden Aspekte aus der Vorlesung noch einmal aufgegriffen und kurz wiederholt. Weiterhin werden in der Übung Übungsfragen beantwortet, deren Lösung vom Dozenten mittels Tablet-PC ausführlich hergeleitet und dargestellt wird. Am letzten Termin der Vorlesung wird eine Exkursion (OEM bzw. Tier-1) veranstaltet.

Medienform:

Vortrag, Präsentationen, Tablet-PC und Beamer

Literatur:

Winner, Hermann; Hakuli, Stephan; Wolf, Gabriele (2009): Handbuch Fahrerassistenzsysteme. Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort. 1. Auflage. Wiesbaden: Vieweg + Teubner (ATZ/MTZFachbuch).

Modulverantwortliche(r):

Lienkamp, Markus; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Fahrerassistenzsysteme im Kraftfahrzeug (Vorlesung, 2 SWS)
Lienkamp M, Bengler K

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

Wahlbereich Ergänzungsfächer (Elective Supplementary Courses)

Dieser Wahlbereich enthält Ergänzungsfächer.

Aus diesem Bereich sind insgesamt 9 ECTS zu erbringen. Da die aktuell gültige Liste an Ergänzungsfächern sehr umfangreich ist, enthält dieses Modulhandbuch stellvertretend für diese Vielzahl eine allgemein gültige generische Beschreibung eines Ergänzungsfaches. Beispielhaft sind konkrete Modulbeschreibungen einiger Ergänzungsfächer angehängt.

(Dieses Modulhandbuch kann von den Studierenden mit den Beschreibungen zu den jeweils tatsächlich belegten Modulen erweitert werden.)

Ergänzungsfächer (Supplementary Subjects)

Modulbeschreibung

MW9902: Allgemeines Ergänzungsfach im Maschinenwesen (Generic Supplementary Subject in Mechanical Engineering)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 3	Gesamtstunden: 90	Eigenstudiumsstunden: 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 oder mündlichen Prüfung mit Verständnisfragen und/oder Aufgaben zur Anwendung demonstrieren Studierende Ihre Fähigkeit, typische Problemstellungen aus dem Gebiet des Ergänzungsmoduls zu analysieren und die erlernten Methoden anzuwenden und weisen so eine inhaltliche Vertiefung des gewählten Studienschwerpunkts bzw. der gewählten Vertiefungsrichtung nach. Die konkrete Prüfungsart und deren Bewertung werden mittels einer Modul-Liste (aus der die Ergänzungsmodule gewählt werden können) in geeigneter Form und rechtzeitig bekannt gemacht. Die Anzahl der zu erbringenden Ergänzungsmodule ist der jeweils gültigen FPSO zu entnehmen.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester	
Hausaufgabe: Ja	Gespräch: Ja	Vortrag: Ja	Hausarbeit: Ja

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Erfolgreiches Absolvieren der Pflichtmodule aus den ersten vier Semestern des Bachelorstudiums und ggf. Wahl(pflicht)module der gewählten Vertiefungsrichtung bzw. des gewählten Studienschwerpunkts, in denen die theoretischen Grundlagen zum Fachbereich des Ergänzungsmoduls behandelt werden.

Inhalt:

Das Ergänzungsmodul dient als Einführung in spezielle und/oder zur Behandlung weiterführende Themen/Methoden des Maschinenwesens oder der benachbarten Fachbereiche und soll den gewählten Studienschwerpunkt bzw. die gewählte Vertiefungsrichtung inhaltlich sinnvoll ergänzen. In Anlehnung an den Studienschwerpunkt bzw. die Vertiefungsrichtung erfolgt damit eine weitere branchenspezifische (z.B. Luft- und Raumfahrt, Automobilindustrie, Logistik), grundlagenorientierte (z.B. Numerische Simulation) oder anwendungs- bzw. methodenorientierte (z.B. Produktentwicklung, Mechatronik) Schwerpunktsetzung. Es sind aus einem Wahlmodulkatalog Ergänzungsmodule nach Maßgabe der jeweils gültigen FPSO zu wählen. Der Wahlmodulkatalog ist, auch im Hinblick auf einen späteren Masterstudiengang, im Bachelor-/Mastersystem der Fakultät für Maschinenwesen übergreifend und wird in geeigneter Weise bekannt gegeben.

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können Studierende typische Problemstellungen aus dem gewählten branchenspezifischen, grundlagenorientierten oder anwendungs- bzw. methodenorientierten Ergänzungsmodul analysieren und/oder die erlernten Methoden auf diese Problemstellungen anwenden.

Lehr- und Lernmethoden:

- In Vorträgen werden theoretische und methodische Grundlagen vermittelt.
 - In Diskussionen können Studierende mit dem Dozenten Fragen klären und weiterführende Themen erörtern.
 - Studierende bereiten Inhalte und Methoden des Ergänzungsmoduls selbstständig vor und nach.
- Die konkreten Lehr- und Lernmethoden richten sich nach dem gewählten Ergänzungsmodul.

Medienform:

Präsentationsfolien, Skripte, Aufgabenblätter

Literatur:

Wird vom Dozenten / von der Dozentin vorgeschlagen

Modulverantwortliche(r):**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

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

Modulbeschreibung

MW0146: Ähnlichkeit und dimensionslose Kennzahlen (Similarity and Dimensionless Numbers) [ÄDK]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester
Credits:* 3	Gesamtstunden: 90	Eigenstudiumsstunden: 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 vermittelten Grundlagen zu dimensionslosen Kennzahlen und zur Ähnlichkeit werden durch eine mündliche Prüfung zu ausgewählten Inhalten des Moduls überprüft. Dies beinhaltet Kenntnisfragen zum Invarianzprinzip der Physik. Anhand der Aufstellung und Umformung einer Dimensionsmatrix wird überprüft, ob die im Modul vermittelten Methoden zur Gewinnung von dimensionslosen Kennzahlen verstanden und richtig angewendet werden. Zudem werden anhand von Beispielen die Kenntnisse im Bereich Ähnlichkeit geprüft. In der Prüfung sind keine Hilfsmittel zugelassen.

Prüfungsart: mündlich	Prüfungsdauer (min.): 30	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
---------------------------------	------------------------------------	---

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Kenntnisse der ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen.

Inhalt:

Zielsetzung des Moduls ist die Vermittlung von Methoden zur Gewinnung von Kennzahlensätzen zur Beschreibung von physikalischen Zusammenhängen und der Grundlagen der Ähnlichkeitstheorie. Zunächst werden die Grundlagen der Beschreibung naturwissenschaftlicher Sachverhalte behandelt. Ausgehend vom Begriff der physikalischen Größe werden die Grundlagen der Einheitensysteme, das Invarianzprinzip und die Struktur von dimensionslosen Kennzahlen erläutert. Der zweite Teil der Vorlesung befasst sich mit den dimensionslosen Kennzahlen. Hierbei geht es um die Gewinnung vollständiger Sätze von Kennzahlen aus Relevanzlisten, die maximale Anzahl von Kenngrößen, äquivalente Kennzahlensätze und die Herleitung von möglichst kleinen Kennzahlensätzen. Im dritten Teil der Vorlesung wird die Ähnlichkeit behandelt. Dabei werden die Freiheitsgrade ähnlicher Systeme und die Ähnlichkeitsgesetze besprochen. Desweiteren werden die Modellübertragung bei vollständiger Ähnlichkeit, die Grenzen der vollständigen Ähnlichkeit und die Modellübertragung bei partieller Ähnlichkeit erläutert. Zu diesen Themen werden zahlreiche Beispiele für die Anwendung der Ähnlichkeitsgesetze in den Ingenieurwissenschaften diskutiert.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die Grundlagen der Beschreibung naturwissenschaftlicher Sachverhalte zu verstehen. Die Methode der Gewinnung von Kennzahlen aus Relevanzlisten kann für verschiedene physikalische Sachverhalte gezielt angewendet werden. Einzelne Sachverhalte können auf die Gewinnung möglichst kleiner Kennzahlensätze analysiert werden. Außerdem können die Studierenden die Modellübertragung bei vollständiger Ähnlichkeit anwenden und die die Modellübertragung bei partieller Ähnlichkeit verstehen.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Inhalte des Moduls werden in der Vorlesung mit Hilfe von Powerpoint-Präsentationen theoretisch vermittelt. Gelegentlich werden in der Vorlesung einzelne Beispiele zunächst von den Studenten selbst bearbeitet und anschließend besprochen. Dies ermöglicht den Studierenden einen praktischen Zugang zu den Inhalten und außerdem eine Selbstkontrolle.

Medienform:

Das in der Vorlesung verwendete Skript wird den Studierenden in geeigneter Form rechtzeitig zugänglich gemacht. Die Lehrinhalte werden in PowerPoint-Präsentationen vermittelt.

Literatur:

J. Stichelmaier: Kennzahlen und Ähnlichkeitsgesetze im Ingenieurwesen, Altos-Verlag, Essen, 1990
Pawlowski, J.: Die Ähnlichkeitstheorie in der physikalisch-technischen Forschung, Springer-Verlag, Berlin 1971

Modulverantwortliche(r):

Klein, Harald; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Ähnlichkeit und Dimensionslose Kennzahlen (MW0146) (Vorlesung, 2 SWS)
Rehfeldt S (Kleiner T)

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

Modulbeschreibung

MW0229: Satellitenentwurf (Satellite Design Workshop)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 3	Gesamtstunden: 90	Eigenstudiumsstunden: 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 Form von kleinen Projektgruppen sind die vermittelten Inhalte auf die konkrete Aufgabenstellung des Workshops anzuwenden. Betreut durch Experten aus Industrie und Universitäten, erarbeitet jede Gruppe einen Lösungsvorschlag und präsentiert diesen in einer Schlussveranstaltung den jeweils anderen Gruppen. Weiterhin findet eine mündliche Prüfung statt, bei der jeder einzelne Studierende unter Beweis stellen muss, dass er in der Lage ist, die beim Satellitenentwurf grundlegenden Einflussfaktoren und deren komplexe Zusammenhänge zu verstehen und daraus die für die konkrete Workshopaufgabe resultierenden Anforderungen zu erfassen und zu beschreiben.

Prüfungsart: mündlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
		Vortrag: Ja

(Empfohlene) Voraussetzungen:

RFT I und RFT II

Inhalt:

Die Veranstaltung ist als einwöchiger Workshop außerhalb der regulären Vorlesungszeit konzipiert. Da die Teilnahme auf 20 Personen begrenzt ist, findet eine Auswahl nach Semesteranzahl und Vorbildung statt. Verteilt auf mehrere Gruppen wird jedes Jahr ein neues Problem aus dem Bereich des Satellitenentwurfs bearbeitet. Hierfür geben zunächst erfahrene Dozenten aus Universitäten, Industrie und Forschungseinrichtungen Vorlesungen zu den relevanten Themen der Aufgabenstellung. Beim Workshop im Jahre 2008 wurde zum Beispiel ein erster Entwurf für einen Kleinsatelliten erarbeitet. Die vertiefenden Vorlesungen hierzu behandelten Aspekte des Projektmanagements, des Kleinsatellitenentwurfs, des mechanisch-thermischen Subsystems, des Antriebssystems und des elektrischen Systementwurfs. Im Jahre 2010 lag der Schwerpunkt auf dem Subsystem Kommunikation. Die vertiefenden Vorlesungen behandelten Aspekte der Nachrichtenübertragung, der HF Meßtechnik, der Bahnmechanik und Lageregelung von Satelliten und des Tests und Integration von Satelliten. Ergänzt werden die vertiefenden Vorlesungen durch allgemeine Vorlesungen zu Sonderthemen der Raumfahrttechnik, wie z.B. Raumfahrtrecht und Raumfahrtversicherungen.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, die relevanten Grundlagen der speziellen Workshopaufgabe, aber auch Aspekte der allgemeinen Satellitentechnik zu verstehen und deren Auswirkungen auf das Satellitengesamtsystem zu identifizieren. Sie sind in der Lage auf Basis dieser Kenntnisse bestehende Satelliten oder deren Subsysteme zu analysieren und gewählte Lösungen zu hinterfragen. Sie besitzen nach Abschluss der Veranstaltung notwendige Kenntnisse um beim Satellitenentwurf mitreden und einen

relevanten Beitrag leisten zu können.

Lehr- und Lernmethoden:

In dem ein-wöchigen Workshop werden die Lehrinhalte anhand von Vorträgen, Präsentationen und Tafelanschrieb vermittelt. Die hauptsächliche Lehr- und Lernmethode ist allerdings die Arbeit in Gruppen unter Anleitung und Aufsicht der Dozenten aus Industrie und Universitäten. Je nach Workshopthema können dies rechnergestützte Entwurfsaufgaben sein oder auch die Durchführung und Auswertung von Messungen, z.B. an einer Satellitenkommunikationsstrecke.

Medienform:

Vortrag, Präsentation, Handzettel, Tafelanschrieb

Literatur:

U. Walter, Astronautics, Wiley-VCH, ISBN 3-527-40685-9

J. Wertz, W. Larson, Space Mission Analysis and Design, Space Technology Library, ISBN 1-881883-10-8

Modulverantwortliche(r):

Walter, Ulrich; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Satellitenentwurf (Vorlesung, ,1 SWS)

Walter U [L], Ruckerl S, Dziura M

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

Modulbeschreibung

MW0866: Mehrkörpersimulation (Multibody Simulation)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Englisch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
3	90	30	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 Anschluss an die Vorlesungszeit findet abhängig von der Teilnehmerzahl eine schriftliche Klausur (Bearbeitungsdauer 60 min) oder mündliche Prüfung (Einzelgespräch, Bearbeitungsdauer 30 min) statt. Die Studierenden sollen dabei nachweisen, dass sie die Methoden zur Beschreibung und Simulation eines mechanischen Mehrkörpersystems beherrschen. Besonderes Augenmerk wird dabei auf das Verständnis der zugrundeliegenden Zusammenhänge und Wirkprinzipien gelegt. Anhand von Fallbeispielen wird darüber hinaus überprüft, ob die gelernten Methoden auch angewendet werden können.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:
schriftlich	60	Folgesemester

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Aus Vorlesung Technische Dynamik: Abschnitte "Analytische Dynamik" und "Dynamik von Starrkörpern"

Inhalt:

Mehrkörpersysteme beschreiben Systeme aus verschiedenen, massebehafteten starren oder elastischen Körpern, die untereinander an Kontaktstellen gekoppelt sind. Die Verbindungen können dabei über Kraftgesetze (masselose Federn und Dämpfer, Stellglieder, Kontakt) erfolgen oder rein kinematisch durch Gelenke realisiert sein. Mehrkörpersimulationsprogramme finden heute in verschiedensten Branchen breite Anwendung, wie z.B. in der Luft- und Raumfahrttechnik, bei der Simulation von Straßen- und Schienenfahrzeugen aber auch bei der detaillierten Schwingungsberechnung von Antriebssträngen in PKWs. Eine Mehrkörpersimulation liefert unter Vorgabe von Anfangs- und Randbedingungen die Bewegungsabläufe und die dabei an den Körpern wirkenden Kräfte und Momente. Die Einbettung der Finite-Elemente-Methode (FEM) in die Berechnungsmethode ermöglicht schließlich die gleichzeitige Simulation von starren und flexiblen Körpern (unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen). Themen:

1. Dynamik von Starrkörpern (Newton-Euler Gleichungen, Lagrange Gleichungen 2. Art, Hamiltonsches Prinzip, ...)
2. Relativkinematik im Dreidimensionalen (räumliche Drehungen, ...)
3. Zusammenbau zum Mehrkörpersystem (Kopplungskräfte, Zwangsbedingungen, ...)
4. Berücksichtigung flexibler Körper
5. Zeitintegration (Newmark-Methode, lineare/nichtlineare Systeme, Zwangsbedingungen,...)

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme sind die Studierenden in der Lage, ein mechanisches System in Form eines klassischen Mehrkörpermodells zu beschreiben. Die Studierenden nutzen einen abstrakten modularen Formalismus zur Herleitung der zugehörigen Bewegungsdifferentialgleichungen sowohl im ebenen als auch im dreidimensionalen

Fall. Sie sind außerdem dazu in der Lage mit der Finite Element Methode modellierte flexible Körper in das Mehrkörpersystem einzubetten. Neben dem Aufstellen von systembeschreibenden Gleichungen beherrschen die Studierenden verschiedene numerische Zeitintegrationsverfahren für lineare und nichtlineare Systeme mit Zwangsbedingungen.

Lehr- und Lernmethoden:

In der Vorlesung werden mathematische Zusammenhänge und Herleitungen mittels Präsentationen (Tablet-PC) erarbeitet und erläutert. Die Vorlesungsfolien und das ergänzende Skript dienen den Studierenden als Unterlagen während der Vorlesung und zum Nachbereiten der Inhalte. Um ein tiefgreifendes Verständnis der Hintergründe dreidimensionaler Mehrkörperdynamik unter Zwangsbedingungen sicherzustellen, werden komplexe Zusammenhänge Schritt für Schritt am Tablet-PC hergeleitet und deren Bedeutung im Rahmen der Mehrkörpersimulation diskutiert. Durch einfache Beispielsysteme wird die praktische Umsetzung der Methoden rechnerisch am Tablet-PC demonstriert. Passend zu den jeweiligen Inhalten werden nach Möglichkeit physische Lehrmodelle zur Veranschaulichung räumlicher Drehungen sowie kinematischer Zusammenhänge präsentiert.

Medienform:

Präsentation (Tablet-PC), Vorlesungsfolien, Skript, Matlab-Beispiele, Animationen/Visualisierungen, Fallbeispiele

Literatur:

Vor- und Nachbereitung mit Hilfe der Vorlesungsfolien, des Skripts und der Fall-/Matlab-Beispiele. Gängige weiterführende Literatur ist dem Skript zu entnehmen.

Modulverantwortliche(r):

Rixen, Daniel; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Mehrkörpersimulation (Modul MW0866) (Vorlesung, 2 SWS)

Rixen D [L], Rixen D, Seiwald P, Sygulla F

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

Modulbeschreibung

MW2270: Diskontinuierliche Galerkin-Verfahren in der Numerischen Mechanik (Discontinuous Galerkin Methods for Computational Mechanics)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Englisch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
3	90	60	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 Modulleistung wird in Form einer schriftlichen Prüfung (Dauer: 60 Minuten) sowie einer Projektarbeit mit mündlicher Diskussion erbracht, wobei die Gesamtnote als Durchschnitt der zu je 50% gewichteten Teile ergibt. In der schriftlichen Prüfung soll das Verständnis der behandelten Methode nachgewiesen werden anhand von mit Taschenrechner lösbaren Rechenbeispielen und der Beurteilung von Resultaten größerer Simulation (ohne Hilfsmaterialien). Die Projektarbeit beinhaltet die numerische Lösung einer vorgegebenen Problemstellung, eine schriftliche Ausarbeitung sowie Demonstration und Diskussion der Implementierung mit dem Dozenten.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:	
schriftlich und mündlich	60 min	Folgesemester	
	Gespräch:		Hausarbeit:
	Ja		Ja

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Die Inhalte der Vorlesungen Numerische Methoden für Ingenieure und Finite Elemente (Maschinenwesen) bzw. Numerical Methods for Partial Differential Equations (Mathematik) oder vergleichbaren Veranstaltungen werden vorausgesetzt.

Inhalt:

Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung werden diskontinuierliche Galerkin-Verfahren eingeführt. Der Schwerpunkt liegt auf ingenieurwissenschaftlichen Anwendungen und der effizienten Realisierung für großskalige Probleme. Es werden folgende Themengebiete behandelt:

- Diskontinuierliche Galerkin-Verfahren für eindimensionale skalare Erhaltungsgleichungen, numerische Flussfunktionen, explizite Zeitintegration.
- Basisfunktionen höherer Ordnung: nodale und modale Ansätze.
- Nichtlineare Gleichungen, Aliasing und Unstetigkeiten.
- Erweiterung auf höhere Dimensionen, effiziente Auswertung von Integralen.
- Anwendungen: Euler-Gleichungen, akustische Wellengleichung.
- Ansätze für zweite Ableitungen: Local Discontinuous Galerkin und Nitsche-Methoden.
- Moderner impliziter Ansatz: Hybridisierbare Diskontinuierliche Galerkin-Verfahren.

Die theoretischen Inhalte der Vorlesung werden durch Rechenbeispiele ergänzt, welche von den Studierenden in MATLAB implementiert werden. Im Hinblick auf großskalige Ingenieur Anwendungen werden auch Aspekte moderner C++-Implementierungen dargestellt.

Lernergebnisse:

Nach der erfolgreichen Teilnahme an der Modulveranstaltung Discontinuous Galerkin Methods in Computational Mechanics sind die Studierenden in der Lage, den grundlegenden Aufbau von diskontinuierlichen Galerkin-

Verfahren zu beschreiben und von kontinuierlichen finiten Elementen abzugrenzen. Sie können Einsatzgebiete der Methode identifizieren, insbesondere auch jene von Verfahren höherer Konvergenzordnung. Sie verstehen verschiedene Ansätze zur Koppelung der elementweisen Lösungen über numerische Flussfunktionen und können die jeweiligen Vor- und Nachteile benennen. Daneben beherrschen die Studierenden DG-Techniken zum Simulieren von Problemen mit zweiten partiellen Ableitungen. Das erlangte Wissen befähigt die Studierenden, einfache Simulationsprogramme für nichtlineare Probleme der numerischen Mechanik wie etwa die Euler-Gleichungen oder Wellengleichungen in MATLAB zu entwickeln und Stabilität und Approximationsqualität zu bewerten.

Lehr- und Lernmethoden:

Die Vorlesung findet als Vortrag statt. Wichtige Inhalte der Vorlesung werden am Tablet-PC angeschrieben, die die Studierenden in ihr Handout übertragen können. Die theoretischen Erklärungen werden ergänzt durch Demonstration von Beispielprogrammen in Interaktion mit den Studierenden. In Übungen werden Beispielaufgaben gemeinsam erarbeitet und gelöst. Im Rahmen der bewerteten Projektarbeit erarbeiten die Studierenden eigenständig eine numerische Implementierung für ein ausgewähltes Thema.

Medienform:

Präsentation mit Tablet-PC, Lernmaterialien und Aufgabenstellungen auf Lernplattform, Rechnerübungen (an Studenten-eigenen Notebooks bzw. Rechnern des Lehrstuhls)

Literatur:

Jan S. Hesthaven, Tim Warburton, Nodal Discontinuous Galerkin Methods: Algorithms, Analysis, and Applications, Springer, 2008. Weitere Literatur zu speziellen Themen wird im Rahmen der Vorlesung bekannt gegeben.

Modulverantwortliche(r):

Kronbichler, Martin; Ph.D.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Diskontinuierliche Galerkin-Verfahren in der Numerischen Mechanik (MW2270) (Vorlesung, 2 SWS)
Wall W, Kronbichler M

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

Modulbeschreibung

MW2322: Nichtlineare Flugregelung (Nonlinear Flight Control) [NFC]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau:	Sprache:	Semesterdauer:	Häufigkeit:
Master	Deutsch/Englisch	Einsemestrig	Sommersemester
Credits:*	Gesamtstunden:	Eigenstudiumsstunden:	Präsenzstunden:
3	90	60	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:

30min mündliche Prüfung ohne Hilfsmittel aufgrund des Status als Ergänzungsfach. Diese mündliche Prüfung dient dazu, das Verständnis der verschiedenen vorgestellten Regelungsmethoden zu bewerten. Stabilitäts- und Robustheitsanalysen werden auch Teil der Prüfung sein. Des Weiteren sollen die Studierenden in der Prüfung erläutern, wie sie für ein kurzes, beispielhaftes Problem einen eigenen nichtlinearen Regelungsansatz entwickeln und diesen in Matlab/Simulink implementieren.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:	
		Folgesemester	
		Vortrag:	Hausarbeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Empfohlen: Flugregelung 2, Moderne Methoden der Regelungstechnik 1+2

Inhalt:

Nichtlineare Regelungsentwürfe bieten verschiedene Methoden um Regler für nichtlineare Systeme mit inhärenten Unsicherheiten zu entwerfen, die sowohl zuverlässiger als auch leistungsstärker im Vergleich zu konventionell entworfenen Reglern funktionieren.

Durch den signifikanten Fortschritt in den Feldern der Robustheits- und Stabilitätsanalyse wurde die Nutzung dieser Techniken für Flugregelungsanwendungen, die auch in vielfältigen Flugtests demonstriert wurden, ermöglicht.

Insbesondere werden die folgenden Themen adressiert:

- Mathematische Voraussetzungen
- Ein- / Ausgangslinearisierung bzw. Nichtlineare Dynamische Inversion
- Backstepping
- Singular Perturbation Theory
- Inkrementelles Backstepping / Nichtlineare Dynamische Inversion
- Command Filtered Backstepping
- Contraction Theory
- Modifizierte, lineare, erweiterte Zustandsbeobachter
- Control Allocation

In jedem Kapitel wird die vorgestellte Theorie unter Nutzung von luftfahrtbezogenen Anwendungen demonstriert.

Lernergebnisse:

- Nach der erfolgreichen Teilnahme an diesem Modul sind die Studierenden in der Lage,
- den Ansatz der Ein- / Ausgangslinearisierung bzw. Nichtlinearen Dynamischen Inversion zu verstehen
 - den mathematischen Hintergrund der nichtlinearen Regelungstheorie zu verstehen
 - das nichtlineare Backstepping-Konzept zu verstehen
 - die konzeptionellen Unterschiede von Backstepping und Nichtlinear Dynamischer Inversion zu verstehen
 - Singular Perturbation Theory zu verstehen
 - die inkrementellen Varianten von Backstepping und Nichtlinearer Dynamischer Inversion zu verstehen
 - die alternative Stabilitätsmethode Contraction Theory zu verstehen
 - das Konzept der modifizierten, linearen, erweiterten Zustandsbeobachtern zu verstehen
 - die Theorie der verschiedenen nichtlinearen Regelungsarchitekturen auf angemessene Beispiele anzuwenden
 - Robustheit und Stabilität der verschiedenen nichtlinearen Regelungsmethoden zu analysieren
 - Vorteile und Nachteile der nichtlinearen Regelungsarchitekturen zu bewerten
 - eigene nichtlineare Regelungsansätze sowohl theoretisch als auch mit Matlab / Simulink zu entwickeln

Lehr- und Lernmethoden:

Die theoretischen Grundlagen werden in Vorträgen/Präsentationen vermittelt. Ergänzend dazu werden wichtige Zusammenhänge an der Tafel hergeleitet. In vorlesungsbegleitenden, praktischen Übungseinheiten wird den Studierenden die Entwicklung von nichtlinearen Regelungsansätzen und deren Implementierung in Matlab/Simulink nähergebracht.

Medienform:

Powerpoint
Skript
Tafelanschrieb
Matlab / Simulink

Literatur:

"Nonlinear Systems" - Hassan K. Khalil
 "Nonlinear Control Systems" - Alberto Isidori
 "Applied Nonlinear Control" - Jean-Jacques E. Slotine, Weiping Li
 "Nonlinear and adaptive control design" - Miroslav Krstic, Ioannis Kanellakopoulos, Petar V. Kokotovic
 "On Contraction Analysis for Nonlinear Systems" - Winfried Lohmiller and Jean-Jacques E. Slotine
 "Performance Recovery of Feedback-Linearization-Based Designs" - Leonid B. Freidovich, Hassan K. Khalil

Modulverantwortliche(r):

Florian Holzapfel

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Vorlesung Nonlinear Flight Control, 2SWS
 Florian Holzapfel
 Simon Schätz
 Guillermo Falconí
 Venkata Sravan Akkinapalli

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

Wahlbereich Hochschulpraktika (Elective Practical Courses)

Dieser Wahlbereich enthält Hochschulpraktika.

Aus diesem Bereich sind mindestens 8 ECTS zu erbringen. Da die aktuell gültige Liste an Hochschulpraktika sehr umfangreich ist, enthält dieses Modulhandbuch stellvertretend für diese Vielzahl eine allgemein gültige generische Beschreibung eines Hochschulpraktikums. Beispielhaft sind konkrete Modulbeschreibungen einiger Hochschulpraktika angehängt.

(Dieses Modulhandbuch kann von den Studierenden mit den Beschreibungen zu den jeweils tatsächlich belegten Modulen erweitert werden.)

Hochschul-Praktika

Modulbeschreibung

MW9901: Allgemeines Hochschulpraktikum im Maschinenwesen (Generic Practical Course in Mechanical Engineering)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch/Englisch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiumsstunden:	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:

Durch die eigenständige Bearbeitung der Praktikumsaufgaben demonstrieren Studierende ihre Fähigkeit, Lösungen zu realitätsnahen ingenieurwissenschaftlichen Aufgabenstellungen zu entwickeln. Wichtige Ergebnisse und Deutungen fassen Studierende in schriftlichen Berichten und/oder mündlichen Präsentationen/Besprechungen zusammen und werden ggf. vom Betreuer bewertet. Das theoretische und praktische Wissen, das Verständnis und die richtige Anwendung der im Praktikum behandelten Methoden können darüber hinaus in schriftlichen, mündlichen und/oder praktischen Testaten überprüft werden. Die Gesamtnote ergibt sich aus einem gewichteten Mittelwert der Einzelnoten. Die konkrete Prüfungsart und deren Bewertung werden mittels einer Modul-Liste (aus der die Hochschulpraktika gewählt werden können) in geeigneter Form und rechtzeitig bekannt gemacht. Über die Anzahl der abzulegenden Hochschulpraktika gibt die jeweils gültige FPSO Auskunft.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:	
Hausaufgabe: Ja	Gespräch: Ja	Vortrag: Ja	Hausarbeit: Ja

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Erfolgreiches Absolvieren der Pflichtmodule aus den ersten vier Semestern des Bachelorstudiums und ggf. Wahl(pflicht)module der gewählten Vertiefungsrichtung bzw. des gewählten Studienschwerpunkts, in denen die theoretischen Grundlagen zum Fachbereich des Hochschulpraktikums behandelt werden.

Inhalt:

Das Hochschulpraktikum dient als Einführung in praktische ingenieurwissenschaftliche Methoden, (Software-)Werkzeuge und/oder Vorgehensweisen und soll den gewählten Studienschwerpunkt bzw. die gewählte Vertiefungsrichtung inhaltlich sinnvoll ergänzen. In Anlehnung an den Studienschwerpunkt bzw. die Vertiefungsrichtung erfolgt damit eine weitere, praktisch geprägte, branchenspezifische, grundlagenorientierte oder anwendungs- bzw. methodenorientierte Schwerpunktsetzung. Es sind aus einem Wahlmodulkatalog Hochschulpraktika nach Maßgabe der jeweils gültigen FPSO zu wählen. Der Wahlmodulkatalog ist, auch im Hinblick auf einen späteren Masterstudiengang, im Bachelor-/Mastersystem der Fakultät für Maschinenwesen übergreifend und wird in geeigneter Weise bekannt gegeben.

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss besitzen Studierende ein tiefgehendes Verständnis über das Zusammenspiel zwischen dem theoretischen Fundament und der praktischen Anwendung der erlernten Methoden, (Software-)Werkzeuge und/oder Vorgehensweisen und können mit diesen Lösungen zu realen ingenieurwissenschaftlichen Problemen aus ihrem gewählten branchenspezifischen, grundlagenorientierten oder anwendungs- bzw. methodenorientierten Studienschwerpunkt bzw. Vertiefungsrichtung entwickeln.

Lehr- und Lernmethoden:

- In Vorträgen werden theoretische und methodische Grundlagen vermittelt.
 - Studierende entwickeln selbstständig in Einzel- und/oder Gruppenarbeit Lösungen zu konkreten realitätsnahen Aufgaben.
 - In individuellen Besprechungseinheiten können Studierende mit dem Betreuer Fragen klären und weiterführende Themen erörtern.
 - Studierende bereiten Inhalte und Methoden des Praktikums selbstständig vor und nach.
- Die konkreten Lehr- und Lernmethoden richten sich nach dem gewählten Hochschulpraktikum.

Medienform:

Präsentationsfolien, Skripte, Aufgabenblätter

Literatur:

Werden vom Verantwortlichen des konkreten Moduls vorgeschlagen und richten sich nach dem gewählten Hochschulpraktikum.

Modulverantwortliche(r):**Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):**

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

Modulbeschreibung

MW0266: CAD/CAM (CAD/CAM)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiumsstunden: 45	Präsenzstunden: 75

* 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, die sich aus den folgenden Teilen zusammensetzt: Die thematischen Inhalte im CAD-Teil des Praktikums werden in einer schriftlichen Kurzprüfung (schriftliche Klausur, Bearbeitungsdauer 20 Minuten) abgefragt. Die konstruktiven Kenntnisse im Umgang mit dem 3D-CAD-System CATIA V5 werden anhand einer Rechnerprüfung getestet. Des Weiteren werden die getätigten Konstruktionen laufend durch Tutoren bewertet. Im CAM-Teil werden die theoretischen Inhalte zu den vier durchzuführenden Versuchen in jeweils einer Kurzprüfung (schriftliche Klausur je 20 Minuten) abgefragt. Die Prüfungsleistung ergibt sich zu gleichen Teilen aus diesen Bausteinen.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.): 60	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester
	Gespräch: Ja	Vortrag: Ja

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Im Praktikum sind sehr gute Deutschkenntnisse notwendig, um den Inhalten folgen und somit die Anforderungen erfüllen zu können.

Inhalt:

Das Praktikum gliedert sich in zwei Teile: Der CAD-Teil findet am Lehrstuhl für Produktentwicklung (Prof. Lindemann, Prof. Shea) der CAM-Teil am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (Prof. Zäh) statt.

Im CAD-Teil des Praktikums werden Anhand eines parametrischen 3D-CAD-Systems (CATIA V5) der systematische Aufbau und die methodische Nutzung von 3D-CAD-Modellen vermittelt. Unter der Betreuung von Tutoren erlernen die Teilnehmer am Beispiel eines Stirlingmotors Möglichkeiten der Bauteilmodellierung im CAD-System. Neben den grundlegenden Methoden zur Erzeugung von Volumenkörpern und Freiformflächen wird auch die Nutzung von Komponenten zur Modellierung komplexerer Körper vermittelt. Besonderer Wert wird dabei auf den systematischen und logischen Aufbau der Modelle gelegt. Darüberhinaus werden die Ableitung von Fertigungszeichnungen und die Erstellung von Baugruppen sowie deren kinematische Analyse behandelt. Die Verwaltung der erzeugten Produktdaten erfolgt mit Hilfe eines Produktdatenmanagementsystems (PDM). Dieser erste Teil des Praktikums ist identisch mit den ersten fünf Terminen des vom Lehrstuhl für Produktentwicklung angebotenen Praktikums "Rechnerintegrierte Produktentwicklung - CAD".

Der CAM-Teil (4 Termine) behandelt verschiedene Bereiche der rechnerunterstützten Fertigung, unter anderem am Beispiel von Komponenten des im CAD-Teil konstruierten Stirlingmotors. Nach einer Einführung in die manuelle NC-Programmierung von Werkzeugmaschinen erlernen die Teilnehmer die Programmierung mithilfe eines CAM-Systems (Computer-Aided Manufacturing) und führen diese selbstständig für die Fertigung von Bauteilen durch. Darüber hinaus wird für die Bauteile die Entwicklung einer Arbeits- und Prüfplanung vor-

genommen. Die an Rechnern durchgeführten Arbeiten werden durch Vorführungen an Maschinen im Versuchsfeld des iw b ergänzt.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage grundlegende Funktionen des parametrischen 3D-CAD-Systems CATIA V5 anzuwenden. Ebenso sind sie imstande, Bauteile unter Verwendung verschiedener Arbeitsumgebungen (Part Design, Generative Shape Design, FreeStyle, Sheet Metal Design) zu erzeugen und diese zu Baugruppen zu kombinieren (Assembly Design). Zudem ist den Studenten der Umgang mit einem PDM-System vertraut.

CAM:

- Verständnis des NC-Codes zur Steuerung von CNC-Werkzeugmaschinen und eigenständiges manuelles Programmieren von CNC-Maschinen
- eigenständiges Erstellen von NC-Programmen mit Hilfe eines CAM-Systems
- Kenntnisse in der Funktionsweise und Bedienung von 5-Achs-Universalbearbeitungszentren
- Entwicklung einer Arbeits- und Prüfplanung für an CNC-Werkzeugmaschinen gefertigten Bauteilen.

Lehr- und Lernmethoden:

Den Teilnehmern werden die Grundlagen der praktischen Inhalte zunächst anhand der theoretischen allgemeinen Grundlagen vermittelt. Daraufhin erfolgt eine Live-Demonstration der praktischen Tätigkeiten durch einen geschulten Tutor. Die gezeigten Tätigkeiten werden sodann geführt durch ein gedrucktes Skriptum selbst durchgeführt. Die Ergebnisse werden daraufhin durch speziell geschulte Tutoren interaktiv über ein Datenmanagementsystem überprüft und bei Überarbeitungsbedarf an die Teilnehmer zur Korrektur zurückgegeben. Die Teilnehmer profitieren darüber hinaus durch die unmittelbare, persönliche Betreuung durch die Tutoren. Durch die gering gehaltene Gruppengröße ist des Weiteren eine persönliche und individuelle Betreuung eines jeden Teilnehmers garantiert.

4 Termine am Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften:

Präsentationen, Rechnerübungen, Projektarbeit im Team, Vorführungen an Maschinen im Versuchsfeld des iw b
Ein begleitendes Skript wird über einen e-learning Kurs in Moodle zur Verfügung gestellt

Medienform:

Präsentationen, Skripten, Übungsbeispiele, persönliche Kommunikation mit Tutoren und Betreuern

Literatur:

www.pe.mw.tum.de

Modulverantwortliche(r):

Volk, Wolfram; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

CAD/CAM (Praktikum, 4 SWS)

Volk W [L], Reinhart G (Seebach M), Kattner N, Mörtl M, Schweigert-Recksiek S

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

Modulbeschreibung

MW0314: Werkstoffmechanik Praktikum (Mechanics of Materials (Practical Course)) [PWM]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiumsstunden: 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 wird in Form einer Laborleistung erbracht. Die Laborleistung setzt sich aus einer Reihe von Versuchen zusammen, wobei die einzelnen Versuche jeweils ein Antestat und die Versuchsdurchführung umfassen. Zusätzlich ist ein Abschlussbericht zu verfassen.

Anhand der Antestate bei den Versuchsvorbesprechungen wird überprüft, ob die Studierenden die theoretischen Grundlagen der werkstoffmechanischen Versuche beherrschen.

Mit der Versuchsdurchführung weisen die Studierenden nach, dass sie in der Lage sind, die theoretischen Kenntnisse und Methoden praktisch einzusetzen.

Mit dem Abschlussbericht (nach den Versuchen handschriftlich und in deutscher Sprache anzufertigen) weisen die Studierenden nach, dass sie in der Lage sind, die experimentellen Untersuchungen systematisch durchzuführen, deren Ergebnisse kritisch auszuwerten, zu dokumentieren und zu diskutieren.

Die Gesamtnote des Moduls setzt sich zu 50% aus den Antestatsnoten und zu 50% aus der Berichtsnote zusammen.

Eine Wiederholung ist nur im Sommersemester möglich.

Prüfungsart: schriftlich	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit:	
		Vortrag:	Hausarbeit: Ja

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Absolviertes Bachelorstudium (Maschinenwesen, Chemieingenieurwesen, Physik, Materialkunde, Ingenieurwissenschaften)

- Grundlagenausbildung in den Gebieten, Technische Mechanik, Werkstoffkunde, Physik, Chemie
- An den Teilnehmer werden ausführliche Unterlagen ausgegeben, deren Verständnis auf den Inhalten der Vorlesungen Technische Mechanik, Werkstoffkunde und Physik aufbaut.

Inhalt:

- Messung elastischer Eigenschaften (E-, G-Modul) mittels dynamischer Methoden (NEU, ab Sommersemester 2017);
- Schweißverzug und Flammrichten (NEU, seit Sommersemester 2016);
- Dehnungs- und Spannungsmessung mittels Dehnmessstreifen (DMS);
- Eigenspannungsanalyse mittels Bohrlochverfahren;
- Eigenspannungsanalyse mittels Neutronenbeugung (Forschungs Neutronenquelle FRM2);

- Freies Biegen von Aluminiumrohren;
- Ermüdungsverhalten von hochfestem Aluminium (Biegeumlaufversuch);
- Bestimmung des Dämpfungsverhaltens von Stahl (Snoek-Effekt)

Lernergebnisse:

Nach erfolgreicher Teilnahme an dem Praktikum sind die Studierenden in der Lage, experimentelle Untersuchungen zur Werkstoffmechanik systematisch durchzuführen und die experimentellen Ergebnisse kritisch auszuwerten, zu dokumentieren und im Zusammenhang mit der Theorie zu diskutieren.

Lehr- und Lernmethoden:

Im Eigenstudium lernen die Studierenden die Fachbegriffe und grundlegende Zusammenhänge der Werkstoffmechanik anhand der begleitenden Unterlagen zur Vorbereitung auf die Antestate. Um die Versuche mit maximalem Lernerfolg absolvieren zu können, werden vor Beginn der Versuche in einem Gespräch in der Gruppe (Antestat) die notwendigen Grundlagen und Methoden besprochen. Die theoretisch vermittelten Kenntnisse werden in Versuchen, die unter Anleitung der Versuchsbetreuer weitestgehend selbstständig durchgeführt werden, angewendet. Die erzielten Versuchsergebnisse werden in Form eines Praktikumsberichtes eigenständig dokumentiert, ausgewertet und im Zusammenhang mit der Theorie zur Werkstoffmechanik diskutiert.

Medienform:

Begleitende Skripten
Experimente

Literatur:

Praktikumsunterlagen zu jedem Versuch

Modulverantwortliche(r):

Werner, Ewald; Prof. Dr.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Werkstoffmechanik Praktikum
Prof. Dr. Ewald Werner (post@wkm.mw.tum.de)

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

Modulbeschreibung

MW0992: Praktikum Verfahrenstechnik (Process Engineering) [PVT]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Bachelor/Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiumsstunden: 58	Präsenzstunden: 62

* 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 setzt sich aus einer schriftlichen Klausur (Dauer 90 min) und einer Übungsleistung in Form einer Laborleistung zusammen, die jeweils separat bestanden werden müssen. Die Klausur geht mit dem Gewichtungsfaktor 1/3 in die Endnote ein und die Laborleistung mit dem Faktor 2/3. Die Laborleistung setzt sich aus einer Reihe von Versuchen zusammen, wobei die einzelnen Versuche ein Seminar mit Vorkolloquium, die Versuchsdurchführung und eine schriftliche Ausarbeitung (Bericht) umfassen. Im Rahmen des Seminars sollen, basierend auf einer ausreichenden Vorbereitung der Studierenden auf den jeweiligen verfahrenstechnischen Versuch, die genaue Versuchsdurchführung sowie die anzustellenden Messungen gemeinsam erarbeitet werden, damit die Studierenden unter Einhaltung der sicherheitsrelevanten Aspekte und mit maximalem Lernerfolg den Versuch durchführen können. Mit der Klausur weisen die Studierenden ein Verständnis für verfahrenstechnische Produktionsanlagen nach und mit der Versuchsdurchführung, dass sie in der Lage sind diese Kenntnisse sowie ingenieurwissenschaftliche Methoden eigenständig auf die verfahrenstechnischen Anlagen anzuwenden. Es wird ferner die Kompetenz hinsichtlich der Versuchsauswertung und Interpretation der Ergebnisse geprüft.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit: Semesterende	
		Vortrag:	Hausarbeit:

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Thermische Verfahrenstechnik I

Inhalt:

Die Lerninhalte decken den Bereich der Grundoperationen der thermischen Verfahrenstechnik und deren Grundlagen ab. Außerdem werden wichtige Apparate der thermischen Verfahrenstechnik vorgestellt. Behandelt werden dabei folgende Themen: Gas-Flüssig-Gleichgewicht, Bestimmung der Höhe einer Übergangseinheit bei der Rektifikation eines Zweistoffgemisches, Wärmeübergang und Strömungsverhältnisse in einem Rohrbündel-Wärmeübertrager, Flüssig-Flüssig-Extraktion, Wärmeübergang und Strömungsverhältnisse in einem vertikalen Naturumlaufverdampfer, Fluidynamik von Boden- und Packungskolonnen und Gasabsorption.

Lernergebnisse:

Nach der Teilnahme an der Modulveranstaltung sind die Studierenden in der Lage, verfahrenstechnische Produktionsanlagen zu verstehen und ingenieurwissenschaftliche Auslegungsmethoden gezielt anzuwenden. Die Studierenden können Messergebnisse von Experimenten auswerten und im Zusammenhang mit der Theorie interpretieren.

Lehr- und Lernmethoden:

Die theoretisch vermittelten Kenntnisse werden in Versuchen, die unter Anleitung der Versuchsbetreuer möglichst selbstständig an Anlagen und Versuchsständen im Technikum und Labor des Lehrstuhls in Gruppen durchgeführt werden, angewendet. Dabei werden technische und labortechnische Fertigkeiten sowie die Zusammenarbeit in einer Gruppe geübt. Um die Versuche mit maximalem Lernerfolg absolvieren zu können, wird vor Beginn des Versuches in einem Gespräch in der Gruppe (Vorkolloquium) die zum Versuch notwendigen Grundkenntnisse überprüft und ggf. vorhandene Unklarheiten beseitigt. Zur Vorbereitung wird den Studierenden zu jedem Versuch eine Versuchsanleitung mit den wichtigsten Grundlagen zur Verfügung gestellt. Der Ablauf des Versuchs und die dabei durchzuführenden Messungen werden gemeinsam erarbeitet. Die erzielten Versuchsergebnisse werden in einer schriftlichen Auswertung dokumentiert, die in Gruppenarbeit anzufertigen und fristgerecht abzugeben ist. Die schriftliche Prüfung soll das im Praktikum erworbene Wissen abschließend überprüfen.

Medienform:

Den Studierenden wird ein Praktikumsskript, das eine kurze Beschreibung der Theorie und Anleitung zu den einzelnen Versuchen enthält, in geeigneter Weise zur Verfügung gestellt. Der Einsatz von Tafel/Whiteboard unterstützt das gemeinsame Erarbeiten der theoretischen Grundlagen im Vorkolloquium.

Literatur:

Als Grundlage dienen die zur Verfügung gestellten Praktikumsunterlagen (Skript mit Versuchsanleitungen), in denen zu den einzelnen Themen der Versuche Literaturvorschläge enthalten sind.

Modulverantwortliche(r):

Klein, Harald; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Vorbesprechung Praktikum Verfahrenstechnik (Vorlesung, ,133 SWS)

Kender R [L], Klein H

Praktikum Verfahrenstechnik (Praktikum, 2 SWS)

Kender R [L], Klein H

Seminar Verfahrenstechnik (Seminar, 2 SWS)

Kender R [L], Klein H

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

Modulbeschreibung

MW1450: IFR-Praktikum Hubschrauber (IFR Helicopter Flight)

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiumsstunden: 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 Prüfungsleistung besteht aus zwei Teilen. Zu Beginn eines jeden Simulatortermins wird durch die mündliche Beantwortung von Kurzfragen die durch das Selbststudium erlernte Theorie abgefragt. Am Ende des Praktikums wird dieses Wissen in Theorie und Praxis in Form einer vollständigen zu fliegenden Mission bei Instrumentenflugbedingungen abgeprüft. Jeder Studierende demonstriert dabei sein Verständnis sowie die praktische Umsetzung des Instrumentenfluges in einem zwei Mann Cockpit als Pilot sowie als Copilot. Dem Studierenden werden dabei alle relevanten Aspekte wie Flugplanung, Sprechfunk, Navigation nach Instrumentenflugregeln, Bedienung des Autopiloten sowie das manuelle Steuern eines Hubschraubers abverlangt.

Prüfungsart: schriftlich und mündlich	Prüfungsdauer (min.): 90	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester	Hausarbeit: Ja
---	------------------------------------	---	--------------------------

(Empfohlene) Voraussetzungen:

Inhalt:

Theorie:	Einführung Cockpit	
AP (Autopilot)	Navigation 1 - NDM (Non Directional Beacon)	
Navigation 2 - VOR (Very High Frequency Omnidirectional Range)		
Navigation 3 - GPS (Global Positioning System)	ILS (Instrument Landing System)	
Anflug	VOR Anflug	
GPS Anflug	Sprechfunk	
Flugplan	Flugpraxis:	
Schweben, Vorwärts-, Rückwärts-, Seitwärtsflug	AP Trim	
Heading- und Höhe halten, Kurvenflug, Standard Rate Turn	VOR Inbound/Outbound, D+30	
Methode, Kreuzpeilung	VOR und GPS Anflug	Navigation durch
Sprechfunk		

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls beherrschen die Studierenden die wichtigsten Grundlagen des Hubschrauberinstrumentenflugs.

Die Studierenden können mit diesem Wissen den Arbeitsaufwand und auch die dadurch entstehende Arbeitsbelastung des Piloten (Pilot Workload) einschätzen und bewerten. Verschiedene Standardinstrumentenflugverfahren können nach Abschluß des Praktikums von den Studierenden angewendet werden. Auch das Lesen von Instrumentenflugkarten und das Abarbeiten von Checklisten wird verinnerlicht.

Lehr- und Lernmethoden:

Anhand ausführlicher Unterlagen soll der theoretische Hintergrund durch ein Selbststudium erlernt werden. Unklarheiten werden zu Beginn eines jeden Termins beseitigt und eine kurze Abhandlung der Theorie erfolgt in Form eines Vortrags. Anschließend soll die erlernte Theorie und fachkundiger Betreuung durch Flugversuche am Avioniktrainer in die Praxis umgewandelt werden.

Medienform:

Online-Lehrmaterialien, Zusammenfassung der Theorie zu Beginn eines jeden Termins in Form eines Vortrags

Literatur:**Modulverantwortliche(r):**

Hajek, Manfred; Prof. Dr.-Ing.

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

IFR-Praktikum Hubschrauber (Praktikum, 4 SWS)
Heuschneider V [L], Heuschneider V, Barth A

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

Modulbeschreibung

MW2313: Praktikum MATLAB/Simulink for Computer Aided Engineering (Practical Course MATLAB/Simulink for Computer Aided Engineering) [P-MSCAE]

Fakultät für Maschinenwesen

Modulniveau: Master	Sprache: Deutsch	Semesterdauer: Einsemestrig	Häufigkeit: Wintersemester/Sommersemester
Credits:* 4	Gesamtstunden: 120	Eigenstudiumsstunden: 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:

Studienleistungen:

Anhand der Programmieraufgaben während der Präsenzzeit demonstrieren Studierende die Fähigkeit, Lösungen zu ingenieurwissenschaftlichen Aufgabenstellungen mit MATLAB / Simulink selbstständig zu entwickeln. Wichtige Zwischenergebnisse werden vom Betreuer überprüft.

Prüfungsleistungen:

Das theoretische und praktische Wissen, das Verständnis und die richtige Anwendung der in einer Praktikumseinheit behandelten MATLAB / Simulink Methoden werden mit Kurzfragen in schriftlichen Testaten (mit 10 Minuten Bearbeitungszeit) zu Beginn des darauffolgenden Termins überprüft. Die Gesamtnote ergibt sich aus dem Mittelwert der Testatnoten.

Prüfungsart:	Prüfungsdauer (min.):	Wiederholungsmöglichkeit: Folgesemester	Vortrag:	Hausarbeit:
---------------------	------------------------------	---	-----------------	--------------------

(Empfohlene) Voraussetzungen:

- Vorheriger / paralleler Besuch des Ergänzungsfachs MATLAB / Simulink for Computer Aided Engineering;
- Grundlagen in Regelungstechnik und ein gewisses Verständniss von Mechanik.

Inhalt:

Sowohl MATLAB als auch Simulink sind in der Industrie mehr als gängige Tools für Ingenieure. Als Ergänzung zu der heutigen Ingenieurausbildung und dem bereits existierenden Ergänzungsfach eignet sich diese "Hands on" Veranstaltung perfekt um den praktischen Umgang mit dieser Toolkette zu erlernen.

Das Praktikum deckt die folgenden Themenbereiche ab:

1. Introduction and MATLAB Fundamentals
2. MATLAB Data Handling and Visualization
3. MATLAB Toolboxen (Control System Toolbox, Optimization Toolbox, Statistics Toolbox)
4. Symbolic Math
5. Simulink Fundamentals
6. Simulink Toolboxen (Design Optimization, Control Design)
7. Stateflow
8. Code Generation from MATLAB / Simulink
9. Physical Modelling (Simscape / SimMechanics)

Lernergebnisse:

Nach erfolgreichem Abschluss besitzen Studierende ein fundiertes und breites Verständnis über MATLAB / Simulink und können die wichtigsten Toolboxen anwenden. Darüber hinaus sind die Studierenden im Stande, mit Hilfe der Toolboxen eigenständig Regelungssysteme und Simulationsmodelle zur Lösung ingenieurwissenschaftlicher Probleme zu entwickeln.

Lehr- und Lernmethoden:

- In Vorträgen werden theoretische und methodische Grundlagen vermittelt.
- In Gruppen von max. 2 Personen entwickeln Studierende am Computer Lösungen zu den Aufgaben, die in den ausgeteilten Unterlagen gestellt werden. Die Ergebnisse werden gemeinsam besprochen
- In individuellen Besprechungseinheiten können Studierende mit dem Betreuer Fragen klären und weiterführende Themen erörtern.
- Selbstständiges Nachbereiten der Inhalte und Methoden des Praktikums zur Vorbereitung auf Testate zum darauffolgenden Termin.

Medienform:

Powerpoint Folien, Skripte, Aufgabenblätter (Workbooks), Rechnerübungen (MATLAB / Simulink)

Literatur:

Ausführliche Vorlesungsunterlagen und Übungsaufgaben
MATLAB Dokumentation

Modulverantwortliche(r):

Christopher Schropp (schropp@tum.de)

Lehrveranstaltungen (Lehrform, SWS) Dozent(in):

Praktikum MATLAB/Simulink for Computer Aided Engineering (Praktikum, 4 SWS)
Holzapfel F [L], Holzapfel F (Schropp C, Blum C)

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

Verzeichnis Modulbeschreibungen

[MW1692] Aeroakustik (Aeroacoustics) [AA]	131 - 132
[MW2123] Aerodynamische Auslegung von Turbomaschinen (Aerodynamic Design of Turbomachinery) [AAT]	112 - 113
[MW0146] Ähnlichkeit und dimensionslose Kennzahlen (Similarity and Dimensionless Numbers) [ÄDK]	142 - 143
[MW9902] Allgemeines Ergänzungsfach im Maschinenwesen (Generic Supplementary Subject in Mechanical Engineering)	140 - 141
[MW9901] Allgemeines Hochschulpraktikum im Maschinenwesen (Generic Practical Course in Mechanical Engineering)	154 - 155
Anerkennungen aus Austauschprogrammen (Accepted Courses from Study Exchange Programs)	6
[MW1628] Angewandte CFD (Applied CFD)	100 - 101
[MW2257] Aufarbeitung von makromolekularen Bioprodukten (Downstream Processing of Macromolecular Bioproducts)	120 - 121
[MW1147] Auslegung thermischer Apparate (Equipment Design) [ATA]	96 - 97
[MW2104] Automatisierungstechnik II (Industrial Automation II)	110 - 111
Bereich Soft Skills (Social Skill Modules)	13
[CH0215] Betrieb und Auslegung chemischer Reaktoren (Operation and Design of Chemical Reactors)	21 - 22
[MW0376] Biofluid Mechanics (Biofluid Mechanics)	69 - 70
[MW1145] Bioproduktaufarbeitung I (Bioseparation Engineering I)	45 - 46
[MW0018] Bioprozesse (Bioprocesses)	27 - 28
[MW0019] Bioreaktoren (Bioreaction Engineering)	61 - 62
[MW0266] CAD/CAM (CAD/CAM)	156 - 157
[MW2202] Chemische Reaktortechnik (Chemical Reactors)	114 - 115
[MW2229] Control of Discrete Event Systems (Control of Discrete Event Systems)	116 - 117
[MW1969] Desalination (Desalination)	106 - 107
[MW2270] Diskontinuierliche Galerkin-Verfahren in der Numerischen Mechanik (Discontinuous Galerkin Methods for Computational Mechanics)	148 - 149
[MW0799] Einführung in die Kernenergie (Introduction to Nuclear Energy) [NUK 1]	40 - 42
[MW2244] Energetische Nutzung von Biomasse und Reststoffen mit Seminar (Energy from Biomass and Residuals with Seminar)	118 - 119
Ergänzungsfächer (Supplementary Subjects)	139
[MW2352] Fahrerassistenzsysteme im Kraftfahrzeug (Advanced Driver Assistance Systems in Vehicles) [FAS]	136 - 137
[MW0612] Finite Elemente (Finite Elements) [FE]	81 - 82
[MW0510] Flugantriebe I und Gasturbinen (Flight Propulsions I and Gas Turbines) [FA1]	71 - 72
[MW0357] Gasdynamik (Gas Dynamics) [Gdy]	67 - 68
[CH1047] Grenzflächen und Partikeltechnologie (Interfaces and Technology of Particles) [CH1047]	23 - 24
[MW0798] Grenzschichttheorie (Boundary-Layer Theory) [GST]	85 - 86
[EI0709] Grundlagen der Energiewirtschaft (Fundamentals of Energy Economy) [GDE]	56 - 57
[MW0050] Grundlagen der Mehrphasenströmungen mit Seminar (Fundamentals of Multiphase Flows with Seminar) [GMS]	29 - 31
[MW0884] Grundlagen der Nukleartechnik (Fundamentals of Nuclear Engineering) [NUK 2]	90 - 92

[MW0964] Grundlagen der Thermal-Hydraulik in Nuklearsystemen (Fundamentals of Thermal-hydraulics in Nuclear Systems) [NUK4]	93 - 95
[MW0056] Grundlagen Medizintechnik und Biokompatible Werkstoffe 1 (Basics Medical Engineering and Biocompatible Materials 1)	127 - 128
Hochschul-Praktika	153
[MW1450] IFR-Praktikum Hubschrauber (IFR Helicopter Flight)	162 - 163
Kernkompetenzen in Energie- und Prozesstechnik (Principal Competencies in Energy and Process Engineering)	20
[20131] Master Energie- und Prozesstechnik (Master's Program Energy and Process Engineering)	6
[MW2148] Master Soft Skill Workshops (Master Soft Skill Workshops)	15 - 16
Master's Thesis (Master's Thesis)	7
[MW1266] Master's Thesis (Master's Thesis)	8 - 9
[MW0866] Mehrkörpersimulation (Multibody Simulation)	146 - 147
[MW0633] Methoden in der Motorapplikation (Methods in Engine Application)	83 - 84
[MW2152] Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems (Modeling, Control and Design of Wind Energy Systems)	51 - 52
[MW1141] Modellierung zellulärer Systeme (Modelling of Cellular Systems) [ModSys]	43 - 44
[MW0538] Moderne Methoden der Regelungstechnik 1 (Modern Control 1)	73 - 75
[MW0539] Moderne Methoden der Regelungstechnik 2 (Modern Control 2)	76 - 78
[MW0868] Moderne Methoden der Regelungstechnik 3 (Modern Control 3)	87 - 89
[MW0066] Motormechanik (Engine Mechanics) [VM-MM]	63 - 64
[MW0138] Motorthermodynamik und Brennverfahren (Thermodynamics of Internal Combustion Engines and Combustion Processes) [VM-TB]	65 - 66
[MW1740] Nachhaltige Energiesysteme mit Seminar (Sustainable Energy Systems with Seminar)	102 - 103
[MW2322] Nichtlineare Flugregelung (Nonlinear Flight Control) [NFC]	150 - 151
[MW0850] Nichtlineare Kontinuumsmechanik (Non-linear Continuum Mechanics)	129 - 130
[MW1977] Planung thermischer Prozesse (Process Design) [PTP]	108 - 109
[MW2313] Praktikum MATLAB/Simulink for Computer Aided Engineering (Practical Course MATLAB/Simulink for Computer Aided Engineering) [P-MSCAE]	164 - 165
[MW0992] Praktikum Verfahrenstechnik (Process Engineering) [PVT]	160 - 161
[MW0437] Prozess- und Anlagentechnik (Process and Plant Engineering) [PAT]	38 - 39
[MW0058] Prozesstechnik und Umweltschutz in modernen Kraftwerken (Power Plant Components) [PUMK]	32 - 33
[MW1896] Reaktionsthermodynamische Grundlagen für Energiesysteme (Basic Course in Reaction Thermodynamics)	47 - 48
[PH2050] Reaktorphysik 1 und Anwendungen der Kerntechnik (Reactor Physics 1 and Applications of Nuclear Technology)	122 - 123
[PH2051] Reaktorphysik 2 und neue Konzepte in der Kerntechnik (Reactor Physics 2 and new Concepts in Nuclear Technology)	124 - 125
[MW0229] Satellitene Entwurf (Satellite Design Workshop)	144 - 145
Schwerpunktmodule (Specialization Modules)	55
[MW1241] Semesterarbeit (Term Project)	11 - 12
Semesterarbeit (Term Project)	10
[EI0712] Simulation von mechatronischen Systemen (Simulation of Mechatronic Systems)	58 - 60
[MW2223] Soft Skill Trainings in Kooperationsprojekten (Soft Skill Trainings in Project Cooperations)	17 - 18
[MW1814] Solarthermische Kraftwerke (Solarthermal Power Plants)	104 - 105

[MW1353] Strahlung und Strahlenschutz (Radiation and Radiation-Protection) [NUK 7]	98 - 99
Studiengangübergreifende Module (Global Master Modules)	126
[MW2098] Technische Dynamik (Engineering Dynamics)	133 - 135
[MW0129] Thermische Verfahrenstechnik II (Thermal Separation Principles II) [TVT II]	34 - 35
[MW2119] Turbomaschinen (Turbomachinery)	49 - 50
[MW0595] Turbulente Strömungen (Turbulent Flows) [TS]	79 - 80
[MW2258] Umweltbioverfahrenstechnik (Environmental and Biochemical Engineering)	53 - 54
[MW0136] Verbrennung (Combustion)	36 - 37
Wahlbereich Ergänzungsfächer (Elective Supplementary Courses)	138
Wahlbereich Hochschulpraktika (Elective Practical Courses)	152
Wahlfächer Soft Skills (Elective Courses Social Skills)	14
Wahlpflichtbereich Mastermodule (Required Elective Master Modules)	19
[MW0006] Wärme- und Stoffübertragung (Heat and Mass Transfer) [WSÜ]	25 - 26
[MW0314] Werkstoffmechanik Praktikum (Mechanics of Materials (Practical Course)) [PWM]	158 - 159