



Fakultät Maschinenbau
fortschritt studieren

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

RUB

RUHR – UNIVERSITÄT BOCHUM FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU

Master-Studiengang Maschinenbau

Modulhandbuch PO 2021

Gültig ab Sommersemester 2026

Ergänzend zu den Studienverlaufsplänen sind im Modulhandbuch Erläuterungen zu den Inhalten der Module zusammengefasst. Gültig ist nur das auf der Homepage der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum veröffentlichte Modulhandbuch. Ältere Modulhandbücher sind im Archiv zu finden. Es ist mit regelmäßigen Überarbeitungen des Modulhandbuches zu rechnen, d.h. für eine Modulprüfung ist immer die im Semester der letzten Vorlesung gültige Modulbeschreibung maßgebend.

07.04.2026

Aktualisierung: 28.07.2026 (Änderungen in gelb markiert)

Stellenwert der Modulnote für die Endnote

Anteil an der Endnote [%] = „LP Modul“ * 100 * FAK / DIV

FAK = 1,0 für Module aus allen Studienabschnitten

DIV = 90

Module

3D-Simulation in der Automatisierungstechnik (139050).....	10
Abluft-/Abwasserreinigung (137470).....	12
Additive Fertigung - Kunststoffe (139120).....	14
Additive Fertigung - Metalle (138130).....	16
Advanced Characterisation Methods (138070).....	18
Advanced Materials Processing and Microfabrication (139020).....	20
Advanced Systems Engineering (139270).....	22
Advanced Transmission Electron Microscopy (137245).....	24
Angewandte Finite-Elemente-Methoden (137120).....	26
Arbeits- und Anlagensicherheit (137110).....	28
Biomechanik (135150-138170).....	30
Business Development (139010).....	32
Carbon Dioxide Capture from Industrial Processes (138330).....	34
Chemical Energy Storage and Carbon-Based Feedstocks (139250).....	36
Chemical Processes for Closed Carbon Cycles (138160).....	39
Circular Economy, Bioökonomie und Bionik: Natur als Vorbild? (139180).....	41
Circular Process Engineering (138320).....	44
Computational Fracture Mechanics (440108).....	46
Computational Microstructure Analysis (139130).....	48
Computer Aided Process Design (Beispiele der simulationsgestützten Prozessentwicklung) (138605).....	50
Computeranwendungen in der Prozessentwicklung (139760).....	52
Computersimulation von Fluidströmungen (138500).....	54
Dampfturbinen für heutige und künftige Energiesysteme (138180).....	56
Demand and Supply in Energy Markets (138190).....	58
Dynamic Structures and Active Control (126602).....	60
Dünne Schichten und Hochdurchsatzmethoden in der Materialforschung (139530).....	62
Einsatz Calphad-basierter Methoden in der Werkstofftechnik (139980).....	64
Elektrifizierte Fahrzeugantriebe (139300).....	66
Embedded Systems (137040).....	68
Energieaufwendungen und Ökobilanzierung (138080).....	70
Energiegase: Methan, Biogas, Wasserstoff, Synthesegase (139110).....	72
Energiespeichertechnologien und -anwendung (139030).....	75
Energy Systems Analysis (139170).....	77
Entwicklung von Motormanagementsystemen (138280).....	79

Inhaltsverzeichnis

Entwicklungsprojekt Formula Student RUB Motorsport (139970).....	81
Fachlabor Energietechnik (139403-138830).....	83
Fachlabor Konstruktions- und Automatisierungstechnik (139400).....	85
Fachlabor Mechanik (128602).....	87
Fachlabor Strömungsmaschinen (139408).....	89
Fachlabor Verfahrenstechnik (139404).....	91
Fachlabor Werkstoff- und Microengineering (139406).....	93
Finite Deformationen und nichtlineare FEM (128402).....	95
Finite Elemente Technologie (128801).....	97
Fundamental Aspects of Materials Science and Microengineering (138520).....	99
Gasdynamics (139310).....	101
Geothermal Drilling Engineering and Subsurface Technologies (139080).....	103
Geothermal Energy Systems and Downstream Technologies (138620).....	105
Grundlagen der Hydraulischen Strömungsmaschinen und Anlagen (138140).....	107
Integrierte Hochdruckverfahren (137600).....	109
Introduction to Fluid-Flow Measurement Techniques (138260).....	111
Introduction to Three-dimensional Materials Characterization Techniques (139100).....	113
Klbox: Lösung von Nachhaltigkeits-Challenges durch den Einsatz künstlicher Intelligenz (139950).....	115
Kernkraftwerkstechnik (137130).....	117
Kontinuumsmechanik (128012).....	119
Künstliche Intelligenz in Organisationen (139003).....	121
Laserfertigungstechnik (138030).....	123
Lasermedizintechnik (137560).....	125
Lasermesstechnik (137030).....	127
Lasertechnik (136520).....	129
Luftqualität (139230).....	130
MEMS & Nanotechnologie (138510).....	132
Management und Organisation von Arbeit (138162).....	134
Maschinen für die Energiewende (138980).....	136
Masterarbeit.....	138
Materials for Aerospace Applications (137017).....	140
Mikrostrukturinformatik: Digitale Mikroskopie und Computer Vision (139210).....	142
Modellierung und Entwurf dynamischer Systeme (139070).....	144
Nachhaltige Produktentwicklung (139360).....	146
Neue Werkstoffe für Batterien, Brennstoff- und Elektrolysezellen (138105).....	148
Offroad Maschinen: Systemanalyse (138200).....	150

Operations Research for Energy System Applications (138120).....	152
Patent- und Markenrecht (136700-137370).....	154
Plastizität und Materialschädigung (128033).....	156
Product Lifecycle Management (138577).....	158
Project Management in Plant Engineering (139200).....	160
Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik (138400).....	162
Prozessführung und Optimalsteuerung (137270).....	164
Prozessmanagement (139730).....	166
Prozesssimulation energietechnischer Anlagen (139920).....	168
Reaktortheorie (138110).....	170
Service Engineering (138230).....	172
Simulation der Strömung in Turbomaschinen (137360).....	174
Simulationsgestützte Auslegung von Reaktions- und Trennapparaten (138060).....	176
Simulationstechnik in der Produktherstellung (137450).....	178
Strategisches Management und Unternehmensführung (139740).....	180
Subsurface Energy and Gas Storage (138220).....	181
Surface Science and Corrosion (136401).....	183
Sustainability in the Process Industry (139280).....	185
Systematische Schadensanalyse (136440).....	187
Technische Innovationen (139560).....	189
Technologie der Polymere (137440).....	191
Thermodynamik der Gemische (138240).....	192
Transmission Electron Microscopy of Crystal Defects I+II (Advanced Users) (137010-138010).....	194
Turbomaschinen (136090).....	196
Turbulence Modelling (137365).....	198
Umweltrisiken (138050).....	200
Ver- und Entsorgungstechnik von Kraftwerken (139060).....	203
Verfahrensentwicklung und Anlagenplanung (139350).....	205
Verschleißschutztechnologie (136445).....	207
Werkstoffe der Energietechnik (137150).....	209
Werkstoffe der biomedizinischen Technik u. bionische Materialforschung (139910).....	211
Zahnradgetriebe I - Stirnradgetriebe (138290).....	213
Zahnradgetriebe II - Planetengetriebe und räumliche Verzahnungen (139140).....	215

Übersicht nach Modulgruppen

1) Ingenieurwissenschaftliche Vertiefung M.Sc. MB, ECTS: 40

3D-Simulation in der Automatisierungstechnik (139050, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	10
Additive Fertigung - Kunststoffe (139120, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	14
Additive Fertigung - Metalle (138130, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	16
Advanced Characterisation Methods (138070, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	18
Advanced Materials Processing and Microfabrication (139020, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	20
Advanced Systems Engineering (139270, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	22
Angewandte Finite-Elemente-Methoden (137120, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	26
Chemical Processes for Closed Carbon Cycles (138160, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	39
Circular Process Engineering (138320, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	44
Computational Fracture Mechanics (440108, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	46
Dampfturbinen für heutige und künftige Energiesysteme (138180, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	56
Computersimulation von Fluidströmungen (138500, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	54
Demand and Supply in Energy Markets (138190, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	58
Dünne Schichten und Hochdurchsatzmethoden in der Materialforschung (139530, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	62
Dynamic Structures and Active Control (126602, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	60
Embedded Systems (137040, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	68
Energieaufwendungen und Ökobilanzierung (138080, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	70
Energy Systems Analysis (139170, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	77
Fachlabor Energietechnik (139403-138830, 5 ECTS, jedes Semester).....	83
Fachlabor Konstruktions- und Automatisierungstechnik (139400, 5 ECTS, jedes Semester).....	85
Fachlabor Mechanik (128602, 5 ECTS, jedes Semester).....	87
Fachlabor Strömungsmaschinen (139408, 5 ECTS, jedes Semester).....	89
Fachlabor Verfahrenstechnik (139404, 5 ECTS, jedes Semester).....	91
Fachlabor Werkstoff- und Microengineering (139406, 5 ECTS, jedes Semester).....	93
Finite Deformationen und nichtlineare FEM (128402, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	95
Finite Elemente Technologie (128801, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	97

Fundamental Aspects of Materials Science and Microengineering (138520, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	99
Gasdynamics (139310, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	101
Geothermal Drilling Engineering and Subsurface Technologies (139080, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	103
Geothermal Energy Systems and Downstream Technologies (138620, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	105
Grundlagen der Hydraulischen Strömungsmaschinen und Anlagen (138140, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	107
Integrierte Hochdruckverfahren (137600, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	109
Introduction to Three-dimensional Materials Characterization Techniques (139100, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	113
Kernkraftwerkstechnik (137130, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	117
Kontinuumsmechanik (128012, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	119
Laserfertigungstechnik (138030, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	123
Lasermedizintechnik (137560, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	125
Lasermesstechnik (137030, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	127
Materials for Aerospace Applications (137017, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	140
MEMS & Nanotechnologie (138510, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	132
Modellierung und Entwurf dynamischer Systeme (139070, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	144
Offroad Maschinen: Systemanalyse (138200, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	150
Plastizität und Materialschädigung (128033, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	156
Product Lifecycle Management (138577, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	158
Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik (138400, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	162
Prozessführung und Optimalsteuerung (137270, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	164
Reaktortheorie (138110, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	170
Service Engineering (138230, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	172
Simulation der Strömung in Turbomaschinen (137360, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	174
Simulationsgestützte Auslegung von Reaktions- und Trennapparaten (138060, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	176
Simulationstechnik in der Produktherstellung (137450, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	178
Surface Science and Corrosion (136401, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	183
Systematische Schadensanalyse (136440, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	187
Thermodynamik der Gemische (138240, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	192

Turbomaschinen (136090, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	196
Turbulence Modelling (137365, 5 ECTS,).....	198
Ver- und Entsorgungstechnik von Kraftwerken (139060, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	203
Verfahrensentwicklung und Anlagenplanung (139350, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	205
Verschleißschutztechnologie (136445, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	207
Werkstoffe der biomedizinischen Technik u. bionische Materialforschung (139910, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	211
Werkstoffe der Energietechnik (137150, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	209
Zahnradgetriebe I - Stirnradgetriebe (138290, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	213
Zahnradgetriebe II - Planetengetriebe und räumliche Verzahnungen (139140, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	215
Computer Aided Process Design (Beispiele der simulationsgestützten Prozessentwicklung) (138605, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	50
Einsatz Calphad-basierter Methoden in der Werkstofftechnik (139980, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	64
Introduction to Fluid-Flow Measurement Techniques (138260, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	111

2) MINT-Module M.Sc. MB, ECTS: 15

Hier finden Sie lediglich die von der Fakultät Maschinenbau angebotenen MINT Module.

Modulbeschreibungen weiterer möglicher Module finden Sie in den entsprechenden Bereichen/Fakultäten.

Abluft-/Abwasserreinigung (137470, 5 ECTS, siehe Lehrveranstaltung(en)).....	12
Arbeits- und Anlagensicherheit (137110, 3 ECTS, jedes Wintersemester).....	28
Biomechanik (135150-138170, 5 ECTS, jedes Semester).....	30
Carbon Dioxide Capture from Industrial Processes (138330, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	34
Chemical Energy Storage and Carbon-Based Feedstocks (139250, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	36
Computeranwendungen in der Prozessentwicklung (139760, 5 ECTS,).....	52
Elektrifizierte Fahrzeugantriebe (139300, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	66
Energiegase: Methan, Biogas, Wasserstoff, Synthesegase (139110, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	72
Energiespeichertechnologien und -anwendung (139030, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	75
Entwicklung von Motormanagementsystemen (138280, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	79
Entwicklungsprojekt Formula Student RUB Motorsport (139970, 6 ECTS, jedes Wintersemester).....	81
Advanced Transmission Electron Microscopy (137245, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	24
Lasertechnik (136520, 5 ECTS,).....	129
Luftqualität (139230, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	130

Management und Organisation von Arbeit (138162, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	134
Maschinen für die Energiewende (138980, 3 ECTS, jedes Sommersemester).....	136
Mikrostrukturinformatik: Digitale Mikroskopie und Computer Vision (139210, 2 ECTS, siehe Lehrveranstaltung(en)).....	142
Neue Werkstoffe für Batterien, Brennstoff- und Elektrolysezellen (138105, 3 ECTS, jedes Sommersemester).....	148
Operations Research for Energy System Applications (138120, 5 ECTS, jedes Sommersemester).....	152
Project Management in Plant Engineering (139200, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	160
Prozesssimulation energietechnischer Anlagen (139920, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	168
Subsurface Energy and Gas Storage (138220, 5 ECTS,).....	181
Technische Innovationen (139560, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	189
Technologie der Polymere (137440, 3 ECTS, jedes Wintersemester).....	191
Transmission Electron Microscopy of Crystal Defects I+II (Advanced Users) (137010-138010, 5 ECTS, siehe Lehrveranstaltung(en)).....	194
Umweltrisiken (138050, 5 ECTS, siehe Lehrveranstaltung(en)).....	200
Circular Economy, Bioökonomie und Bionik: Natur als Vorbild? (139180, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	41
Computational Microstructure Analysis (139130, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	48
Nachhaltige Produktentwicklung (139360, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	146
Sustainability in the Process Industry (139280, 5 ECTS,).....	185

3) Fachwissenschaftliche Arbeit M.Sc. MB, ECTS: 30

Masterarbeit (30 ECTS, jedes Semester).....	138
---	-----

4) Nicht-Mint Modul M.Sc. MB, ECTS: 5

Hier finden Sie lediglich die von der Fakultät Maschinenbau angebotenen Nicht MINT Module.

Modulbeschreibungen weiterer möglicher Module finden Sie in den entsprechenden Bereichen/Fakultäten.

Business Development (139010, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	32
Klbox: Lösung von Nachhaltigkeits-Challenges durch den Einsatz künstlicher Intelligenz (139950, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	115
Künstliche Intelligenz in Organisationen (139003, 10 ECTS, jedes Sommersemester).....	121
Strategisches Management und Unternehmensführung (139740, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	180
Patent- und Markenrecht (136700-137370, 5 ECTS, jedes Semester).....	154
Prozessmanagement (139730, 10 ECTS, jedes Wintersemester).....	166

3D-Simulation in der Automatisierungstechnik					
3D-Simulation in Automation					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
139050	5 LP	150 h	9. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) 3D-Simulation in der Automatisierungstechnik			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter					
a) Dr.-Ing. Dennis Möllensiep					
Teilnahmevoraussetzungen					
Empfohlene Vorkenntnisse:					
Die vorherige erfolgreiche Teilnahme am Modul Grundlagen der Automatisierungstechnik ist keine Voraussetzung, aber ggf. hilfreich.					
Lernziele/Kompetenzen					
Nach der Teilnahme an dem Modul:					
• kennen die Studierenden die Grundlagen der 3D-Simulationstechnik • besitzen die Studierenden die Fähigkeit, eine 3D-Simulation zu entwickeln und können automatisierungstechnische Aufgabenstellungen vor der Realisierung absichern • können die Studierenden die wichtigsten Methoden und Softwaresysteme zur Lösung simulationstechnischer Probleme anwenden					
Inhalte					
a)					
Nach einer allgemeinen Einführung in die Anforderungen und Möglichkeiten der 3D-Simulation in der Automatisierungstechnik erlernen die Studierenden die verschiedenen Schritte, die sich von der Idee über die Modellierung der Arbeitszelle und Programmierung der Automatisierungskomponenten bis zur Virtuellen Inbetriebnahme erstrecken.					
Ein besonderes Augenmerk wird in dieser Vorlesung auf die Industrielle Robotik gelegt, die in zahlreichen Beispielen und Anwendungen thematisiert wird.					
Die Vorlesung deckt dabei die folgenden Themenbereiche ab:					
• Simulation in der Automatisierungstechnik – Anforderungen und Möglichkeiten • Grafische 3D-Simulation • CAD-basierte Arbeitszellenmodellierung und 3D-Datenaustausch • Roboterprogrammierung • Offline-Programmierung und Virtuelle Inbetriebnahme • Grundlagen und Leistungsmerkmale von grafischen 3D-Simulationssystemen im industriellen Einsatz					
Die begleitende Übung besteht aus der praktischen Umsetzung der genannten Modellierungs-, Programmierungs- und Simulationsaufgaben mit einem kommerziell verfügbaren und industriell eingesetzten 3D-Robotersimulations- und Offline-Programmiersystem.					
Lehrformen / Sprache					
a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch / Englisch					

Prüfungsformen • Klausur '3D-Simulation in der Automatisierungstechnik' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
Verwendung des Moduls • MSc. Maschinenbau • MSc. Sales Engineering and Product Management
Stellenwert der Note für die Endnote Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
Sonstige Informationen

Abluft-/Abwasserreinigung Waste, Gas and Wastewater Treatment					
Modul-Nr. 137470	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 2 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Abluft-/ Abwasserreinigung			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünwald a) Dr.-Ing. Maria Polyakova					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Die Studierenden kennen im Bereich der Abluft- und Abwasserreinigung exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung. Sie sind somit im Bereich der Abluftreinigung in der Lage • die verfahrenstechnischen Auslegungskriterien aller gängigen Abluftreinigungssysteme zu verstehen • die Einsatzbereiche bestimmter Abluftreinigungsverfahren zu erkennen • die behördlichen Auflagen zu verstehen Hinsichtlich der Abwasserreinigung sind die Studierenden in der Lage • die verfahrenstechnischen Auslegungskriterien aller gängigen Abwasserreinigungssysteme zu verstehen • die Einsatzbereiche bestimmter Abwasserreinigungsverfahren zu erkennen • die behördlichen Auflagen zu verstehen Die Bearbeitung des Moduls erfolgt in Zusammenarbeit mit der Universität Oulu in Finnland. Die Studierenden haben dabei die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Reinigungsverfahren auszuwählen und anzuwenden. Sie können entsprechende Erkenntnisse/ Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen der Abluft- und Abwasserreinigung übertragen.					
Inhalte a) Die in den letzten Jahren gestiegene Forderung nach einer umweltfreundlichen Produktion von Gütern in der Industrie sowie das Bewusstsein, dass unsere Lebensqualität nur durch ein hohes Maß an Umweltschutz gehalten werden kann, hat dazu geführt, dass ständig innovative Techniken neben Standardlösungen eingesetzt werden. In der Vorlesung werden mechanische, biologische und chemische Abwasserreinigungsverfahren angesprochen; so z.B. Adsorption, Desorption, Membranverfahren, Oxidationsverfahren, Filtersysteme, Fällung, Flockung, Siebung, Ionenaustausch, Biofilter, Biowäsche usw. In der Vorlesung werden Abluftreinigungsverfahren wie z.B. Adsorptionsverfahren, Chemisorptionsverfahren, katalytische und biologische Verfahren, Membranverfahren, Verbrennungsverfahren, Kondensationsverfahren usw. besprochen.					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch / Englisch					

Prüfungsformen

- Portfolioprfung 'Abluft-/Abwasserreinigung' (80 Min., Anteil der Modulnote 100 %, Präsentation (englisch) (2 x 20 min, Anteil an der Modulnote 60%); mündliche Prüfung (2 x 20 min, Anteil an der Modulnote 40 %))

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Portfolioprfung (2 x Präsentation + mündliche Prüfung)

Verwendung des Moduls

MSc. Maschinenbau

MSc. Umweltingenieurwesen

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Additive Fertigung - Kunststoffe Additive Manufacturing - Polymers					
Modul-Nr. 139120	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Additive Fertigung - Kunststoffe			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Jan Sehart a) Prof. Dr.-Ing. Jan Sehart					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • unterscheiden die Studierenden verschiedene kunststoffbasierte additive Fertigungsverfahren und ordnen diese ihren Prozesskategorien zu • bewerten die Studierenden polymere Werkstoffe und Verfahren für spezifische Anwendungsfälle der kunststoffbasierten additiven Fertigungsverfahren • entwerfen die Studierenden ein Konzept zur Herstellung von additiv gefertigten Bauteilen aus Kunststoff unter Berücksichtigung von Konstruktionsrichtlinien • schätzen die Studierenden kritisch die vor- und nachgelagerten Prozessschritte der kunststoffbasierten additiven Fertigungsverfahren ab					
Inhalte a) Die Vorlesung Additive Fertigung - Kunststoffe adressiert vertieftes Fachwissen zur schichtweisen Herstellung von Kunststoffbauteilen. Die Grundlage dieser Vorlesung bildet die Einteilung Additiver Fertigungsverfahren in die sieben Prozesskategorien, die Klassifizierung in Rapid Prototyping, Rapid Tooling und Rapid Manufacturing sowie die Generierung der Fertigungsdaten (Preprocessing). Eine ausführliche Übersicht über die aktuell fertigbaren polymeren Werkstoffe und Energiequellen, bestehend aus Laserstrahl, UV- und Infrarot-Strahlung führt zu einem tiefen Verständnis der darauf basierenden additiven Fertigungsverfahren für die Verarbeitung polymerer Werkstoffe. Es folgt die Beschreibung, Erläuterung und Diskussion der etablierten, heute kommerziell verfügbaren kunststoffverarbeitenden Schichtbauverfahren. Hierzu zählen u. a. die Verfahren Laser-Sintern und Multi-Jet-Fusion, Vat Photopolymerization und Material Extrusion. Weitere Bestandteile der Vorlesung umfassen die additiv-gerechte Konstruktion, Qualitätssicherung und Wirtschaftlichkeit. Die Vorlesung wird durch Übungen ergänzt, die das theoretische Wissen der Studierenden vertiefen.					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen • Klausur 'Additive Fertigung - Kunststoffe' (60 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits					

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Additive Fertigung - Metalle Additive Manufacturing – Metals					
Modul-Nr. 138130	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Additive Fertigung – Metalle			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Jan Sehart a) Prof. Dr.-Ing. Jan Sehart					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • unterscheiden die Studierenden verschiedene metallbasierte additive Fertigungsverfahren und ordnen diese ihren Prozesskategorien zu • bewerten die Studierenden metallische Werkstoffe und Verfahren für spezifische Anwendungsfälle der metallbasierten additiven Fertigungsverfahren • entwerfen die Studierenden ein Konzept zur Fertigung von additiv gefertigten Bauteilen aus Metall unter Berücksichtigung von Konstruktionsrichtlinien • schätzen die Studierenden kritisch die vor- und nachgelagerten Prozessschritte der metallbasierten additiven Fertigungsverfahren ab					
Inhalte a) Die Vorlesung Additive Fertigung - Metalle adressiert vertieftes Fachwissen zur schichtweisen Herstellung metallischer Bauteile. Die Grundlage dieser Vorlesung bildet die Einteilung Additiver Fertigungsverfahren in die sieben Prozesskategorien, die Klassifizierung in Rapid Prototyping, Rapid Tooling und Rapid Manufacturing sowie die Generierung der Fertigungsdaten (Preprocessing). Eine ausführliche Übersicht über die aktuell fertigmachen metallischen Werkstoffe und Energiequellen, bestehend aus Laserstrahl, Elektronenstrahl, Lichtbogen und kinetischer Energie führt zu einem tiefen Verständnis der darauf basierenden additiven Fertigungsverfahren für die Verarbeitung metallischer Werkstoffe. Es folgt die Beschreibung, Erläuterung und Diskussion der etablierten, heute kommerziell verfügbaren, direkten und indirekten metallverarbeitenden Schichtbauverfahren. Hierzu zählen u. a. die pulverbettbasierten Verfahren Laser-Strahlschmelzen und Elektronen-Strahlschmelzen, Direct Energy Deposition, Binder Jetting und Material Extrusion. Weitere Bestandteile der Vorlesung umfassen die additiv-gerechte Konstruktion, Qualitätssicherung und Wirtschaftlichkeit. Die Vorlesung wird durch Übungen ergänzt, die das theoretische Wissen der Studierenden vertieft.					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen • Klausur 'Additive Fertigung - Metalle' (60 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur	
Verwendung des Moduls • MSc. Maschinenbau • MSc. Sales Engineering and Product Management	
Stellenwert der Note für die Endnote Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.	
Sonstige Informationen	

Advanced Characterisation Methods					
Advanced Characterisation Methods					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
138070	5 LP	150 h	8. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Advanced Characterisation Methods			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr. Tong Li					
a) Dr. rer. nat. Christoph Somsen, Apl. Prof. Dr.-Ing. habil. Jan Frenzel, Prof. Dr. Tong Li					
Teilnahmevoraussetzungen					
Empfohlene Vorkenntnisse:					
Für die Teilnahme an der Vorlesung sind keine formalen Voraussetzungen zu erfüllen. Grundlagen zum Aufbau fester Stoffe, zu Kristalldefekten und zu den chemischen und mikroskopischen Untersuchungsmethoden werden kurz wiederholt, eventuell muss aus dem Grundlagenbereich ergänzend nachgearbeitet werden.					
Lernziele/Kompetenzen					
Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage,					
• die wichtigsten Methoden der skalenübergreifenden Charakterisierung von Werkstoffgefügen gezielt einzusetzen und die Ergebnisse auszuwerten. • einer Fachvorlesung in englischer Sprache zu folgen und in Englisch fachlich zu kommunizieren. Dabei lernen sie die in der akademischen und technischen englischen Fachliteratur zur Werkstoffcharakterisierung gängigen Fachbegriffe kennen und anwenden. • in aktuellen Fachzeitschriften veröffentlichte Ergebnisse zur lokalen chemischen Zusammensetzung und zu Materialstrukturen im Nanobereich zu verstehen und zu bewerten. • Mikrostrukturen skalenübergreifend wahrzunehmen und dabei insbesondere Informationen auf atomaren Skala und der nano- und mikrostrukturellen Ebene mit makroskopischen Werkstoffeigenschaften in Beziehung zu setzen. • Kristallorientierungen bzw. Kristallstrukturen aus Elektronenbeugungsdaten sicher abzuleiten. • Kristalldefekte, wie Versetzungen und planare Fehler (die das mechanische Werkstoffverhalten bestimmen) hinsichtlich aller wichtigen Parameter zu analysieren (gb-Analyse). • Ergebnisse zur lokalen Legierungschemie, aus Untersuchungen an Elektronenmikroskopen und an der Atomsonde richtig einzuordnen und auszuwerten. • moderne Computerprogramme zur Analyse von Daten zu nutzen, die bei der Elektronenmikroskopie (Bildanalyse und Analyse von Defekten) bzw. bei der Atomsondentomographie (Bildanalyse und Analyse der lokalen Legierungschemie anfallen) erfasst werden.					
Inhalte					
a)					
Fortschritte in der modernen Materialwissenschaft und Werkstofftechnik sind nur möglich, wenn Werkstoffe skalenübergreifend charakterisiert werden können. Dies beginnt auf der atomaren Skala, wo es um die Anordnung von Atomen in amorphen und kristallinen Festkörpern geht. Viele prägende Werkstoffeigenschaften sind durch die dreidimensionale Materialmorphologie auf den sub-nm und sub-µm Skalen bestimmt. Die Kernmethoden, die hier Aufklärung schaffen, werden					

in dem Modul Advanced Characterization Methods besprochen. Dazu gehören die Raster- und die Transmissionselektronenmikroskopie (REM und TEM) und die Atomsondentomographie (3D-APT).

Dieses Modul wendet sich an fortgeschrittene Studierende und vermittelt vertiefte Kenntnisse im Bereich der Rasterelektronenmikroskopie (REM), der Durchstrahlungselektronenmikroskopie (TEM) und der 3D-Atomsondentomographie (3D-APT). Die Hauptinhalte des Moduls sind:

- Grundlagen des atomaren Aufbaus fester Stoffe (amorphe und kristalline Systeme), Wechselwirkung von Elektronen- und Ionenstrahlen mit Materie, Theorie der Bildentstehung (Interpretation von Kontrasten)
- Aufbau und Funktionsweisen der drei Schlüsselmethoden: REM, TEM und 3D-Atomsonde
- Bestimmung von Kristallitorientierungen im REM (OIM/EBSD) und im TEM
- Analyse von Defekten in REM und TEM (Poren, Versetzungsdichten, gb-Analysen)
- Chemische Analyse nanoskaliger Segregationsprozesse an Grenzflächen und der Zusammensetzung von kleinsten Nanoteilchen
- Rechnergestützte Analyse von Daten, die mit den drei Methoden ermittelt werden (orientierungsabbildende Rasterelektronenmikroskopie (REM), Auswertung von Beugungsinformation (TEM) und Extraktion chemischer Zusammensetzung aus umfangreichen 3D-APT-Datensätzen
- Das Entwerfen zielführender Workflows, bei denen Ergebnisse der unterschiedlichen Bereiche (z.B. TEM und 3D-APT) zusammengeführt werden

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung mit Übung / Englisch / Deutsch

Prüfungsformen

- Klausur 'Advanced Characterisation Methods' (180 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management
- MSc. Materials Science and Simulation

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Advanced Materials Processing and Microfabrication					
Advanced Materials Processing and Microfabrication					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
139020	5 LP	150 h	9. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Advanced Materials Processing and Microfabrication			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr.-Ing. Sebastian Weber					
a) Prof. Dr.-Ing. Sebastian Weber, Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig					
Teilnahmevoraussetzungen					
Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen					
Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage, • die Calphad-Methode auf werkstofftechnische Fragestellungen selbstständig anzuwenden und die berechneten Ergebnisse mit experimentellen Daten zu korrelieren. • Zusammenhänge zwischen den Grundlagen der Thermodynamik von Mehrstoffsystemen, thermodynamischen Berechnungen und werkstofftechnischen Prozessen am Beispiel metallischer Elemente und Legierungen herzustellen. • Sonderverfahren der Fertigungstechnik für Anwendungen in der Forschung und der industriellen Fertigung hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile zu bewerten und auszuwählen. • neue Werkstoffsysteme und Fertigungsprozesse durch Kooperation in kleinen Gruppen auf einer theoretischen Basis zu konzipieren und zu planen. • die Bedeutung von grenzflächendominierten Werkstoffen zu verstehen und Verfahren der Oberflächenprozessierung sowie der Mikro- und Nanotechnik zu deren Herstellung auszuwählen und zu beurteilen					
Inhalte					
a) Die Inhalte der Lehrveranstaltung unterteilen sich auf die Vorlesung sowie die begleitend angebotene Übung. Sie werden nachfolgend nach diesen Lehrformaten zusammenfassend dargestellt. 1. Vorlesung - Einführung in die Calphad-Methode (<i>Calculation of Phase Diagrams</i>) - Theoretische Grundlagen und Verwendung eines Calphad-Programms - Theoretische Betrachtung von Erstarrungsvorgängen im thermodynamischen Gleichgewicht und auf der Grundlage des Scheil-Gulliver-Modells - Verknüpfung der theoretischen Ansätze mit Anwendungsbeispielen aus der aktuellen Werkstoffforschung und der industriellen Praxis, u.a.: • Erstarrungsgefüge und Wärmebehandlung von Ni-Basis-Superlegierungen • Mehrphasenstähle (bspw. DP- und TRIP-Stähle)					

- Wasserstoffumgebungsversprödung
- High Interstitial Steels
- High Entropy Alloys
- Super-Solidus Liquid Phase Sintering
- Thixotrope Formgebung
- Thermophysikalische Eigenschaften metallischer Werkstoffe
- Pulvermetallurgie hochlegierter Werkstoffe
- Additive Fertigung
- Mehrstufige Wärmebehandlungsprozesse
- Mehrphasengleichgewichte in neuartigen Schnellarbeitsstählen
- Property Distribution Mapping

- Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung thermodynamischer Gleichgewichtsberechnungen in der Werkstoffforschung.

- grundlegende Konzepte und Verfahren der Mikro- und Nanotechnik

- fortgeschrittene und spezielle Methoden der Materialprozessierung

- grenzflächendominierte Höchstleistungswerkstoffe

2. Übung

Im Rahmen der Übung erfolgt zunächst eine praktische Einführung in die Verwendung einer Calphad-Software. Anschließend werden einfache Übungsaufgaben (z.B. Fe-Fe₃C-Phasendiagramm) durch die Studierenden selbstständig, unterstützt durch den Lehrenden, berechnet. Ausgewählte Anwendungsbeispiele der Vorlesung, die eine höhere Komplexität aufweisen, werden in Kleingruppen und auf der Basis von vorbereiteten Aufgabenstellungen weitestgehend eigenständig durch die Studierenden bearbeitet. In gleicher Weise erfolgt eine Einführung in ein Programm zur Berechnung von Diffusionsvorgängen in metallischen Mehrkomponentensystemen. Auch hierzu erfolgt zunächst eine Einführung mit einfachen Übungsaufgaben (z.B. Darken-Experiment), gefolgt von komplexeren Fragestellungen mit einem direkten Bezug zu den Inhalten der Vorlesung. Die Kleingruppen bereiten im Rahmen der Übung semesterbegleitend eine Kurzdokumentation vor, die abschließend im Plenum diskutiert wird.

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung mit Übung / Deutsch

Prüfungsformen

- Klausur 'Advanced Materials Processing and Microfabrication' (180 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Advanced Systems Engineering Advanced Systems Engineering (ASE)					
Modul-Nr. 139270	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Advanced Systems Engineering			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Detlef Gerhard a) Prof. Dr.-Ing. Detlef Gerhard					
Teilnahmevoraussetzungen keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • verfügen Studierende über ein breites, integriertes Wissen über die über Methoden und Werkzeuge des Advanced Systems Engineering • haben Studierende ein umfassendes Verständnis vom Zusammenwirken der relevanten Softwaresysteme und von Integrationskonzepten aus Sicht des Advanced Systems Engineerings erworben und können dieses situativ angepasst anwenden, um z.B. differenziert die CAx und PDM/PLM Prozessketten zu beurteilen. • sind die Studierenden in der Lage Problemstellungen im Rahmen der Entwicklung komplexer technischer Systeme eigenständig zu analysieren, zu bewerten und eine Systemarchitektur auf Basis von Anforderungsmanagement zu erarbeiten. • verfügen Studierende über exemplarische, interdisziplinäre Methodenkompetenz der domänenübergreifenden Modellierung und können komplexe technische Systeme selbstständig in einer objektorientierten Modellierungssprache (z.B. SysML) modellieren, verstehen und die erarbeiteten Modelle bewerten • können kooperativ Aufgabenstellungen der Modellierung und Simulation im Umfeld von Advanced Systems Engineering in heterogenen Gruppen bearbeiten, Abläufe und Ergebnisse begründen und über Sachverhalte in Verbindung mit dem Aufbau von IoT-Lösungen und Digitalen Zwillingen kommunizieren. Indem sie praktische Fallbeispiele und Aufgaben bearbeiten, können sie die erlernten Fertigkeiten im Umgang mit entsprechenden Softwaresystemen auf konkrete Problemstellungen der des Modellbasierten Systems Engineering übertragen.					
Inhalte a) Die Digitalisierung eröffnet zahlreiche Nutzenpotenziale für neuartige Marktleistungen der Industrie auf Basis von technischen Systemen, die durch hohe Komplexität und Interdisziplinarität gekennzeichnet sind. Ein Ansatz, die Grenzen klassischer Entwicklungsmethoden zu überwinden, ist das Advanced Systems Engineering, das auf das modellbasierte und integrative Zusammenwirken der Disziplinen und Aspekte der Produktentstehung in einem Entwicklungsansatz fokussiert und somit eine ganzheitliche Produktentstehungsmethodik unter Einbeziehung systemtechnischer Methoden darstellt. Die Vorlesung behandelt aus einer übergeordneten Perspektive des Gesamtprozesses die Methoden und Werkzeuge, die bei der Entwicklung von komplexen technischen Systemen Anwendung finden. Dabei wird insbesondere					

das Modell Based Systems Engineering (MBSE) Konzept sowie die Systemmodellierungssprache SysML angewendet und von den Studierenden selbst Projektaufgaben im Umfeld von IoT Anwendungen und dem Aufbau von Digitalen Zwillingen erarbeitet. Folgende Themen sind Gegenstand des Moduls

- Einführung Grundlagen und Begriffe des Advanced Systems Engineering
- Model Based Definition und Model Based Systems Engineering
- Systemdefinition und formale Modellierung, Modellierungssprachen, z.B. Sys-ML
- Anforderungsmanagement
- Modellierung und Simulation zusätzlich zur mechanischen Struktur
- Domänenübergreifende Aspekte von Steuerungstechnik/Elektrotechnik
- Spezialisierte Modellierungsmethoden für Logik- und Verhalten
- Lückenlose Werkzeugketten und Durchgängigkeit der Modelle
- Integration aller Domänen in PLM (Mechanik + E/E + Software/Steuerungstechnik)
- Simulation, Verifikation und Validierung
- Methoden für die Planung, Überwachung und Durchführung von Projekten im Hinblick auf Technologie, Zeit und Kosten

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch / Englisch

Prüfungsformen

- Klausur 'Advanced Systems Engineering' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
- Studienbegleitende Aufgaben: Hausarbeiten (Sofern die Hausarbeiten vor der Modulabschlussprüfung absolviert werden, sind optional Bonuspunkte für die Klausur möglich) (Umfang und Abgabefristen wird am Anfang des Semesters bekanntgegeben)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
- Bestandene studienbegleitende Aufgaben: Hausarbeiten (Umfang und Abgabefristen wird am Anfang des Semesters bekanntgegeben“)

Verwendung des Moduls

- M.Sc. Sales Engineering and Product Management
- M.Sc. Maschinenbau
- M.Sc. Angewandte Informatik

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Die Lehrveranstaltung „Advanced Systems Engineering“ vermittelt identische Kompetenzen und Inhalte in englischer Sprache.

Die Veranstaltung zählt als online-Veranstaltung gemäß HDVO.

Advanced Transmission Electron Microscopy					
Advanced Transmission Electron Microscopy					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
137245	5 LP	150 h	9. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Advanced Transmission Electron Microscopy - Lecture			a) 2 SWS (30 h)	a) 45 h	a) jedes WiSe
b) Advanced Transmission Electron Microscopy - Exercise			b) 2 SWS (30 h)	b) 45 h	b) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr.-Ing. Alexander Kauffmann					
a) Prof. Gerhard Dehm					
b) Dr. Peter Schweizer					
Teilnahmevoraussetzungen					
Lernziele/Kompetenzen					
<u>Lecture:</u>					
<u>Objective:</u> The lecture teaches the structure and functioning of modern transmission electron microscopes. The students understand how it works in TEM as well as in scanning-TEM (STEM) operation. New developments, such as the functioning of a spherical aberration corrector, are learned. The students will acquire knowledge in selected area diffraction and defect analysis but also of high-resolution TEM (phase object, contrast transfer function) and STEM (Z-contrast, 4D-STEM methods) with the aim of understanding the imaging possibilities of TEM and STEM and image interpretation. In addition, the course will also cover analytical STEM methods such as electron energy loss spectroscopy (EELS) and energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS).					
<u>Competencies:</u> Students will learn how a TEM/STEM works for (i) conventional and (ii) high-resolution microscopy and (iii) the principle of reciprocity of TEM and STEM with its similarities and differences in various imaging techniques. Based on this, modern TEM/STEM methods for microstructure characterization of materials are taught and students learn how to interpret and evaluate TEM/STEM images. Additionally, the students learn the physics behind analytical TEM/STEM, quantification of chemical composition down to the atomic level, and possible artifacts allowing them to differentiate between reliable and unreliable chemical information.					
<u>Exercise:</u>					
<u>Objective:</u>					
The exercise builds upon the lecture by providing in-depth knowledge regarding practical aspects of transmission electron microscopy. This includes the interpretation and analysis of images and diffraction patterns. On the example of real-world images different contrast mechanisms, and microstructural features are discussed and assigned. The analysis of defects using conventional and high resolution TEM will be demonstrated. Furthermore, basic high-resolution STEM alignments using a Ronchigramm will be showcased and applied to a probe with preset aberrations. Finally, the exercise will impart the theory and application of multi-slice TEM simulations.					
<u>Competencies:</u>					

The students will learn to correctly identify and interpret different contrast mechanisms in S/TEM images as well as index diffraction patterns. They will develop an understanding of defect characterization using TEM and how to properly employ spectroscopic techniques for chemical analysis. The students will develop skills regarding the tuning of a microscope in STEM mode. Finally, the theory and application of computational tools for TEM image simulations are taught.

Inhalte

a)

The lecture first deals with the structure and functioning of modern TEMs. This includes the electron sources used, but also the use as conventional TEM including electron diffraction, high-resolution TEM and scanning TEM (STEM). The basics of the elastic and inelastic interactions of electron beams with materials are covered and image formation in conventional and high-resolution TEM is taught. The influence of lens errors on the image is explained and the now possible correction of spherical aberration by Cs correctors is discussed. The physical concept of the contrast transfer function and the resolution limits of modern TEM are further topics of the lecture. In the course of the lecture, the interpretation of TEM/STEM-images and diffraction images will be taught and new methods such as 4D STEM will be presented. Furthermore, the course deals with analytical methods such as EELS and EDS. Finally, in situ TEM methods such as heating and straining will be introduced.

b)

The exercise starts out with a discussion of different contrast mechanisms on the example of real-world images. Diffraction patterns and their analysis, including indexing and zone axis assignment, will be showcased and practiced by the students. Defects such as dislocations and grain boundaries will be analyzed using conventional and high resolution images. Basic alignment of a probe for high resolution STEM imaging will be demonstrated and practiced. Finally, multislice image simulations will be introduced and applied to simulate high resolution images.

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (2 SWS) / Englisch

b) Übung (2 SWS) / Englisch

Prüfungsformen

- Mündlich 'Advanced Transmission Electron Microscopy' (45 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Passed final module exam: Oral exam

Verwendung des Moduls

keine Angabe

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Angewandte Finite-Elemente-Methoden					
Applied-Finite-Elemente-Methods					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
137120	5 LP	150 h	9. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Angewandte Finite-Elemente-Methoden			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr.-Ing. Jan Scholten					
a) Prof. Dr.-Ing. Sebastian Bauer					
Teilnahmevoraussetzungen					
Empfohlene Vorkenntnisse:					
Die erfolgreiche Teilnahme des Moduls Offroad-Maschinen: Systemanalyse wird empfohlen.					
Lernziele/Kompetenzen					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
• können die Studierenden im Hinblick auf die Verifikation neuer Produkte die Ergebnisse von FE-Simulationen zur Untersuchung struktur- werkstoffmechanischer Problemstellungen hinsichtlich eines geeigneten Modellierungsansatzes (u.a. Randbedingungen, Lastannahmen) bewerten, entscheiden welche Bereiche des Modells nur vor dem Hintergrund der Modellannahmen auswertbar sind und die maßgeblichen Kennwerte (bspw. Kerbspannung) für die weitere Produktverifikation auswählen. • sind die Studierenden in der Lage für die Verifikation neuer Produkte die relevanten struktur- werkstoffmechanischen Fragestellungen selbständig zu erarbeiten und hierfür geeignete FE-Modellierungsansätze zu entwickeln, wozu sie die relevanten Materialmodelle wie auch Simulationsverfahren ableiten, Randbedingungen und Lastannahmen erstellen und eine geeignete Vereinfachung sowie Vernetzung (1D bis 3D) konzipieren können. • können die Studierenden als Voraussetzung für die Erreichung der weiteren Lernziele die Grundlagen und die Anwendung der FE-Methode verstehen und ein exemplarisches FE-Softwarepaket selbstständig anwenden. • können die Studierenden aufgrund der interaktiven Gestaltung des Moduls die Bearbeitung einer komplexen Problemstellungen innerhalb eines Teams organisieren, Ergebnisse effektiv präsentieren, konstruktive Kritik üben wie auch kritische Äußerungen zu eigenen Stellungnahmen annehmen.					
Inhalte					
a) Auf Grund von Materialeinsparungen im Leichtbau, der geforderten Zuverlässigkeit von Maschinensystemen und dem steigenden Drang zur Kostenreduzierung sind Simulationstechniken in der Industrie von immer entscheidenderer Bedeutung. In Anbetracht dieser Aspekte stellt die Methode der Finiten-Elemente, als etabliertes Verfahren zur Lösung komplexer mathematischer Problemstellungen in physikalischen Systemen, in der strukturmechanischen Auslegung und Verifikation von Bauteilen und Systemen einen unverzichtbaren Simulationsansatz dar. Zu Beginn des Moduls wird zunächst die Theorie der FEM am Beispiel der Abbildung eines Stabes anwendungsorientiert vorgestellt. Anschließend erfolgt der Vergleich von Balken-, Schalen- und Volumenelementen anhand der Modellierung eines gewinkelten I-Profilträgers, um hier insbesondere die sich daraus ergebenden Unterschiede in der Lasteinleitung, hinsichtlich möglicher Singularitäten sowie der Auswirkung linearelastischen und elastisch-plastischen Materialverhaltens diskutieren zu können.					

Aufbauend auf diesen einfachen Beispielen wird im nächsten Schritt die Abbildung eines Monoblockauslegers eines Hydraulikbaggers erarbeitet. Besonderes Augenmerk gilt hier dem Festlegen der Randbedingungen, der Lasteinleitung sowie der Möglichkeit, durch hybride Ansätze (Volumen-Schalen-Anbindung) im Sinne der Rechenzeit sowie der Abbildungsgüte geeignet zu vernetzen. Daran anschließend werden Ansätze zur Modellierung und Bewertung von nicht-linearen Materialmodellen zur Darstellung des Materialverhaltens von Komponenten aus Polymer- und Faserverbundwerkstoffen näher erläutert und anhand einer einfachen Probengeometrie simuliert. Des Weiteren erfolgt eine Einführung in die Modellierung mit Kontaktelementen und das Aufzeigen realer Praxisbeispiele, wobei am Beispiel einer vorgespannten Schraubenverbindung die dabei zu berücksichtigenden Besonderheiten diskutiert werden. Zur detaillierten Analyse der örtlichen Spannungen wird anknüpfend die Methode der Submodellierung eingesetzt. Als Abschluss des Themengebiets Strukturmechanik wird die Durchführung eines Festigkeitsnachweises unter Berücksichtigung der örtlichen Spannungen besprochen und an einem Fallbeispiel angewendet. Die anschließende Behandlung der Strukturmechanik mittels FE wird zunächst durch die Einführung der Grundlagen am Beispiel eines Zwei-Massenschwingers vorbereitet, bevor am Beispiel eines Kabinen-Bodenblechs bzw. einer vollständigen Fahrerkabine eines Mobilkrans die Methode und die praktische Relevanz einer Modalanalyse thematisiert wird. Zur Abrundung findet am Ende des Moduls eine Vorstellung von Anwendungsbeispielen aus den verschiedenen Bereichen der Offroad-Maschinen auf Basis der vermittelten Verfahren zur Produktverifikation statt.

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung mit Übung / Deutsch

Prüfungsformen

- Mündlich 'Angewandte Finite-Elemente-Methoden' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %, 30 min. Einarbeitungszeit mit anschließender max. 60 min. mündl. Prüfung in Gruppen)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Mündliche Prüfung

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Arbeits- und Anlagensicherheit Occupational and Plant Safety					
Modul-Nr. 137110	Credits 3 LP	Workload 90 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Arbeits- und Anlagensicherheit			Kontaktzeit a) 2 SWS (30 h)	Selbststudium a) 60 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünwald a) Dr.-Ing. Joachim Neumann					
Teilnahmevoraussetzungen Die Vorlesung findet an der TU Dortmund statt. Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls können/haben Studierende • im sicherheitstechnischen Bereich exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung darstellen • die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren im technischen und organisatorischen Arbeitsschutz auszuwählen und auf analoge Beispiele systematisch und praxisgerecht anzuwenden • dabei auch eine interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese anwenden					
Inhalte a) Arbeitsschutzorganisation, Gefahrstoffe, Primäre und Sekundäre Schutzsysteme, Risikoanalyse, Zuverlässigkeit, Brand- und Brandschutz, Sicherheitstechnische Kenngrößen, Explosionen und Explosionsschutz, Schall und Lärmschutz, Zertifizierung von Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit ISO 45001					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen • Klausur 'Arbeits- und Anlagensicherheit' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %) • Voraussetzung für die Teilnahme an der Prüfung ist eine Teilnahme an mindestens 9 Veranstaltungsterminen an der TU Dortmund. Die Anwesenheit wird in jeder Veranstaltung überprüft.					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
Verwendung des Moduls MSc. Umweltingenieurwesen					
Stellenwert der Note für die Endnote Anteil an der Gesamtnote [%] = $3 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.					

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Biomechanik Biomechanics					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
135150-138170	5 LP	150 h	8./ 9. Sem.	2 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Synthese biomechanischer Konstruktionen			a) 2 SWS (30 h)	a) 45 h	a) jedes SoSe
b) Analyse biomechanischer Systeme			b) 2 SWS (30 h)	b) 45 h	b) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Dr.-Ing. Marc Neumann a) Dr.-Ing. Andreas Lipphaus b) Dr.-Ing. Andreas Lipphaus					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Keine					
Lernziele/Kompetenzen <u>Synthese biomechanischer Konstruktionen</u> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • verstehen Studierende die Bedeutung biologischen Leichtbaus durch biege minimierende Zuggurtungen und Spannungshomogenisierung • wenden Studierende das Gesetz der kausalen Histogenese zum Verständnis der Entstehung verschiedener Gewebe an • implementieren Studierende biomechanische Synthesen mit der Methode der finiten Elemente in Rechnern und visualisieren und bewerten die Ergebnisse • klassifizieren und kombinieren Studierende interdisziplinär Wissen aus Ingenieurwissenschaften, Biologie und Medizin • leiten Studierende aus biomechanischen Gesetzen Synthesen biomechanischer Konstruktionen ab • Die Studierenden können sich selbstständig neue Sachverhalte erschließen und über Synthesen biomechanischer Konstruktionen deren Funktionsbelastung ermitteln. Sie haben gelernt konstruktiv Kritik zu üben und kritische Äußerungen zu eigenen Stellungnahmen anzunehmen. <u>Analyse biomechanischer Systeme</u> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • verstehen Studierende den Einfluss mechanischer Spannungen auf biologische Strukturen im Rahmen der Ontogenese und Phylogenese • wenden Studierende Wissen über Anatomie und Bionik an, um biomechanische Systeme zu modellieren • analysieren Studierende biomechanische Modelle mit der Methode der finiten Elemente, implementieren dies in Rechnern und visualisieren und bewerten die Ergebnisse • klassifizieren und kombinieren Studierende interdisziplinär Wissen aus Ingenieurwissenschaften, Biologie und Medizin • leiten Studierende aus biomechanischen Gesetzen Anwendungen für konkrete Problemlösungen ab					

- Die Studierenden können sich selbstständig neue Sachverhalte erschließen und analysieren. Sie haben gelernt konstruktiv Kritik zu üben und kritische Äußerungen zu eigenen Stellungnahmen anzunehmen.

Inhalte

a)

Das Zuggurtungsprinzip und die biegungsarme Knochenbelastung, Wolffsches-Transformationsgesetz der Knochen: Atrophie, Hypertrophie und Nekrose, permanente Implantate, biokompatible und bioaktive Implantatwerkstoffe, Zahnwurzelimplantate, Hüftendoprothesen, Knieendoprothesen, Schulterendoprothesen, FESS: Finite-Elemente-Struktur-Synthese, virtuelle Schädel-synthesen, Funktioneller Evolutionsdruck

b)

Aufbau des menschlichen Stütz- und Bewegungsapparats, Spannungsverteilungen in knöchernen und bindegewebigen Strukturen, Osteosynthese und eingesetzte Implantate, Gelenke, Gelenkhydraulik, Biomechanik des Knorpels, der Bänder, Sehnen und Muskeln, FE in der Biomechanik, FESA: Finite-Elemente-Struktur-Analyse, Schädelanalysen, Einführung in die Bionik

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (1,5 SWS) / Übung (0,5 SWS) / Deutsch

b) Vorlesung (1,5 SWS) / Übung (0,5 SWS) / Deutsch

Prüfungsformen

- Mündlich 'Biomechanik' (45 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Mündliche Prüfung

Verwendung des Moduls

MINT Modul

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Die Modulteile können in beliebiger Reihenfolge belegt werden. Es ist ein Beginn sowohl im Winter- als auch im Sommersemester möglich

Business Development					
Business Development					
Modul-Nr. 139010	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8./9. Sem.	Dauer Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Business Development			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Manfred Renner a) Prof. Dr.-Ing. Manfred Renner					
Teilnahmevoraussetzungen					
Lernziele/Kompetenzen Das Modul Business Development richtet sich an Studierende, die im industriellen Umfeld die strategische Geschäftsmodellentwicklung gestalten wollen. Die Studierenden erlangen umfassendes Grundlagenwissen zur methodischen Erschließung und Entwicklung neuer Geschäftsfelder und ein grundsätzliches Verständnis des kontinuierlichen Wandels in dem sich moderne am internationalen Markt erfolgreiche Unternehmen stets befinden. Das Erlernte wird an konkreten Beispielen erläutert. Die Business Model CANVAS nach Osterwalder bietet die Grundlage, auf der Szenarien aufgebaut werden. Die Einbringung Ihrer fachlichen Kompetenzen ist gewünscht, um in möglichst interdisziplinären Gruppen aktiv Fallbeispiele bzw. Szenarien zu bearbeiten, zu diskutieren und zu präsentieren					
Inhalte a) Technische Produktinnovationen und die Erschließung neuer Geschäftsmodelle und -felder bieten immense Chancen und zeitgleich Risiken. Die Lehrveranstaltung vermittelt einen Leitfaden für die Entwicklung und Evaluation von Ideen und deren Überführung in neue Geschäftsmodelle bzw. in die Weiterentwicklung bestehender Geschäftsmodelle. Die Basis bildet die Definition von Faktoren, die ein Unternehmen dazu bewegen, das bestehende Geschäftsmodell zu verändern. Darauf aufbauend wird erarbeitet, wie Geschäftsfelder zielführend erweitert oder erschlossen werden. Beispielhaft genannt werden die Business Model CANVAS, der Stage-Gate-Prozess, die 635-Methode, Design Thinking, die Osborne-Checkliste etc.					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung mit Übung / Deutsch					
Prüfungsformen • Klausur 'Business Development' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits					
Verwendung des Moduls M. Sc. Maschinenbau M. Sc. Sales Engineering and Product Management					
Stellenwert der Note für die Endnote $\text{Anteil an der Gesamtnote [\%]} = 5 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.					

Sonstige Informationen

Gemäß den Grundsätzen des forschenden Lernens wird in den Gruppen mit bedarfs- und bedürfnisgerechten Materialien gearbeitet, für deren Recherche die Studierendenteams selbst verantwortlich sind. Der kritische Umgang mit Quellen wird angeleitet.

Carbon Dioxide Capture from Industrial Processes					
Carbon Dioxide Capture from Industrial Processes					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
138330	5 LP	150 h	8. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Carbon Dioxide Capture from Industrial Processes			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr.-Ing. V. Scherer a) Priv.-Doz. Dr.-Ing. Martin Schiemann					
Teilnahmevoraussetzungen					
Lernziele/Kompetenzen					
Objective: The lecture provides a basic understanding of CO₂ as a greenhouse gas and associated CO₂ sources. The state of development and perspectives of separation processes are discussed. The influence of separation on transport and storage will be addressed and economic, legislative and social aspects will be discussed. Competences: Students acquire the ability to evaluate and critically classify the individual process steps of CO₂ capture and storage or use. You will be able to make references to other lectures and to apply what you have learned there. The newly acquired knowledge is applied in a smaller project work accompanying the lecture.					
Inhalte					
a) Based on the definition, causes and effects of climate change, types of CO₂ sources and alternative energy sources are considered. The concept of CO₂ capture and storage is explained. Technical measures for CO₂ capture such as post-combustion, oxy-fuel combustion and pre-combustion capture will be discussed. Legal aspects and costs are considered. Transport by pipeline and ship is dealt with. Risks, security aspects and monitoring are discussed for the mentioned procedures. Geological storage and storage in the ocean are considered as storage types. Carbonate formation and the material use of CO₂ are discussed. Finally, component costs and carbon capture-and-sequestration usage scenarios are considered.					
Lehrformen / Sprache					
a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Englisch					
Prüfungsformen					
Klausur 'Carbon Dioxide Capture from Industrial Processes' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %, if there are less than 10 registrations the examination mode can be switched to an oral examination)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits					
Passed final exam: Written exam					
Verwendung des Moduls					
Msc. Umweltingenieurwesen					
Stellenwert der Note für die Endnote					
Anteil an der Gesamtnote [%] = 5 * 100 * FAK / DIV FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.					

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Chemical Energy Storage and Carbon-Based Feedstocks					
Chemical Energy Storage and Carbon-Based Feedstocks					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
139250	5 LP	150 h	9. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Chemical Energy Storage and Carbon-Based Feedstocks			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Thomas Ernst Müller a) Dr.-Ing. Kevin Stark, Prof. Thomas Ernst Müller					
Teilnahmevoraussetzungen					
Empfohlene Vorkenntnisse: Empfohlen werden grundlegende naturwissenschaftliche und ingenieurwissenschaftliche Kenntnisse, insbesondere in Chemie und Thermodynamik sowie in Energietechnik.					
Lernziele/Kompetenzen					
Today's energy and chemical feedstock supply and storage systems are based largely on fossil resources. They need to be converted in the next decades into energy supply and feedstock systems that rely to a large extent on renewable feedstock. Most renewable sources are of intermittent nature, and this will lead to completely new system design requirements to maintain reliable energy systems and a continuous feedstock supply for the chemical industry and other industries. Knowledge of these new systems and their development and implementation will be essential for graduates in the future. Understanding that the reliability of the transformed energy systems and feedstock supply chain will rely on primarily on the three pillars energy storage, renewable (over)production, and carbon-based feedstocks Ability to assess the different possibilities to deal with and balance the time-offset between power generation and power demand, know different technologies to store energy and distinguish different storage solutions and applying them to a given storage or feedstock Understanding of the different types of carbon-based feedstocks and the application and industry where they are most suitable. Ability to do a basic life cycle assessment of chemical feedstock supplies and chemical storage systems and their respective chances and boundary conditions for large scale adoption and implementation. After successful completion of the module students should be able to • Have enhanced subject and method competences in the area of chemical energy storage and carbon-based feedstocks • Be familiar with current developments and technical principles in the area of chemical energy storage and carbon-based feedstocks • Compare different chemical energy storage concepts and carbon-based feedstocks and assess the suitability of these concepts in a process-chain analysis and under consideration of process technology aspects and applications • Assess and discuss thermodynamic and kinetic aspects of chemical energy storage and carbon-based feedstocks					

- Explain, estimate and calculate potentials, energy densities and efficiencies of storage technologies and concepts
- Be familiar with interdisciplinary thinking at the interface of engineering and chemistry and can tackle actual and future problem definitions in the chemical industry, regarding sustainability and use of renewable resources such as CO₂ and others
- Enter industrial R&D in a cutting-edge field in the area of the „Energiewende“ and „Wasserstoffrepublik Deutschland“

Inhalte

a)

Since the beginning, human beings have made use of energy storage; history of energy storage from the perspective of the carbon cycle

- Thermodynamic basics of chemical energy storage
- Overview of energy storage technologies (including non-chemical)
- Technology and characteristics of conventional power plants
- Biogenic energy carriers; photosynthesis as the first energy storage process; fossil energy as a form of ancient biomass; solid (wood, coal), fluid (oils, crude oil) and gaseous (natural gas) biogenic energy carriers
- Chemical energy carriers in the energy system, power-to-gas (e.g. methane) and power-to-liquid (e.g. methanol); energy storage via fuels
- Electrochemical basics and applications for electrochemical energy storage; systems for electrochemical energy conversion and storage (batteries, electrolysis, fuel cells)
- Hydrogen storage technologies (generation, compression, liquefaction, adsorption, chemical binding to a carrier)
- Energy storage as heat
- Energy scenarios and modelling; Life Cycle Assessment
- What is a Feedstock? Renewable vs. depleting feedstock; renewable carbon-based feedstocks, CO₂, biomass, bio coal; current feedstock consumption
- Value chain of fuels and chemicals; agricultural and industrial applications
- Renewable carbon-based feedstock for energy; biofuels from first generation corn-based, ethanol, biodiesel; second generation biofuels, cellulosic, oils, grasses; third and fourth generation, biofuels, algae
- Chemical conversion of carbon dioxide
- Biorefinery; production of aromatics from lignin; renewables as feedstock for polymers

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Englisch

Prüfungsformen

- Klausur 'Chemical Energy Storage and Carbon-Based Feedstocks' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
- Im Rahmen der Übung können semesterbegleitende Leistungen, insbesondere ein kurzer Fachvortrag zu einem ausgewählten Thema aus dem Themenbereich der Vorlesung, erbracht werden.

Diese Leistungen können mit Bonuspunkten von bis zu 20 % der in der Klausur erreichbaren Punkte honoriert werden. Die Bonuspunkte werden zur Klausurpunktzahl addiert.

Die Bonuspunkte können nicht zum Bestehen der Modulprüfung ohne ausreichende Klausurleistung führen.

Ein Anspruch auf die Vergabe von Bonuspunkten besteht nicht.

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Passed final module exam: written exam

Verwendung des Moduls

M. Sc. Mechanical Engineering

M. Sc. Sales Engineering and Product Management

M. Sc. Umweltingenieurwesen

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Chemical Processes for Closed Carbon Cycles					
Chemical Processes for Closed Carbon Cycles					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
138160	5 LP	150 h	8. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Chemical Processes for Closed Carbon Cycles			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Thomas Ernst Müller a) Prof. Thomas Ernst Müller					
Teilnahmevoraussetzungen					
Empfohlene Vorkenntnisse: Basic understanding of chemical concepts is recommended, as well as previous knowledge of chemical reaction engineering or chemical process engineering					
Lernziele/Kompetenzen					
Knowledge of the main chemical-technological conversion processes for closed carbon cycles, sustainable use and utilization of renewable raw materials and renewable raw material sources. Ability to fundamentally simulate and evaluate reactor models with regard to boundary conditions and large-scale implementation. Understanding of the use of (pseudo)homogeneous and heterogeneous catalytic reactions on a large-industrial scale and the applicable framework conditions. After successful completion of the module, students					
• Master the basics of the process engineering design of reactors for different chemical reactions, in particular heterogeneous catalytic reactions for chemical processes in closed carbon cycles, • Determine kinetic data for the design of reactors from reaction engineering measurements, • Competently apply (pseudo)homogeneous and heterogeneous reactor models for different reactions and accelerated approaches in order to optimally select and design chemical reactors in terms of process technology under production engineering specifications and economic boundary conditions, • Can use simulation programs for this purpose and integrate them effectively into the engineering work flow.					
Inhalte					
a) • Resources for closed carbon cycles, use and utilization of renewable raw materials and sustainable raw material sources. • Renewable raw materials, including CO₂, biomass, biochar as a feedstock for chemical production. • Renewable carbon-based feedstock for energy generation. • Chemical processes for closed carbon cycles, industrial applications, processes and value chains, selected processes. • Transport phenomena in heterogeneous catalytic reactions and in multiphase systems. • Micro- and macro-kinetics of different reaction systems, especially heterogeneous catalytic reactions. • Apparatus for (pseudo)homogeneous and heterogeneous catalytic reactions.					

- Setting up of calculation modules with MATLAB or comparable software for calculating, graphically representing and optimizing physicochemical processes in chemical reactors.

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Englisch

Prüfungsformen

- Klausur 'Chemical Processes for Closed Carbon Cycles' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
- During the tutorial, students may complete coursework during the semester, in particular a short scientific presentation and discussion on a selected topic related to the course content. These activities may be rewarded with bonus points of up to 20 % of the points achievable in the written exam. The bonus points are added to the exam score. Bonus points cannot compensate for a failed written exam. Students are not entitled to the awarding of bonus points.

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Passed final module examination: written exam

Verwendung des Moduls

- MSc. Mechanical Engineering
- MSc. Sales Engineering and Product Management
- MSc. Environmental Engineering

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Circular Economy, Bioökonomie und Bionik: Natur als Vorbild?

Circular Economy, Bioeconomy and Biomimetics: Nature as a Model?

Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
139180	5 LP	150 h	9. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Circular Economy, Bioökonomie und Bionik: Natur als Vorbild?			a) 3 SWS (45 h)	a) 105 h	a) jedes WiSe

Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r

Prof. Dr.-Ing. Manfred Renner

a) Dr. rer. nat. Thomas Marzi

Teilnahmevoraussetzungen

Empfohlene Vorkenntnisse:

Interesse an interdisziplinären Perspektiven auf ingenieurwissenschaftliche Themen

Lernziele/Kompetenzen

Das übergeordnete Lernziel des Moduls ist, die Studierenden in die Lage zu versetzen, eine kritische, disziplinenübergreifende Reflexion umweltwissenschaftlicher Themen vorzunehmen. Die Teilnehmenden lernen am Beispiel der Bioökonomie, Circular Economy und Bionik Denkmuster zu erkennen, die die Konzepte prägen. Ihre Einschätzung können sie begründet vertreten.

Im Kurs lernen die Studierenden Konzepte der Circular Economy, Bioökonomie und Bionik kennen. Anschließend wissen sie, wie sie sich entwickelt haben, was sie trennt und was sie verbindet. Sie erfahren mehr über ihre theoretischen Grundlagen und darüber, welche Vorstellungen sie prägen. Darüber hinaus erhalten die Studierenden einen Zugang zu technik- und naturphilosophischem Denken, das sie auf die Ingenieurs- und Naturwissenschaften anwenden. Eine weitere Perspektive, die die Studierenden kennenlernen ist die der Systemwissenschaften. Technik, Ökonomie und Natur begegnen ihnen dabei als Technosphäre, Biosphäre und Ökosysteme.

Inhalte

a)

Der anthropogene Ressourcenverbrauch gefährdet heute sowohl Menschen als auch andere Lebewesen. In den letzten Jahrzehnten wurde deshalb eine Reihe von Alternativen diskutiert, die sowohl die Art und Weise wie wir wirtschaften betrifft als auch die, wie wir Technik entwickeln. Hierzu gehören u.a. die Circular Economy, die Bioökonomie und die Bionik.

Bei der Circular Economy und Bioökonomie handelt es sich um Wirtschaftsmodelle, bei denen Wiederverwertung und nachwachsende Rohstoffe im Vordergrund stehen. Dieser Ansatz ist keineswegs neu. Vor allem die Circular Economy hat ihren Ursprung in ökologisch motivierten Ökonomie-Schulen der 1960er und 70er Jahre. Die Bionik ist im Wesentlichen eine wissenschaftliche Disziplin, die biologische Zusammenhänge auf technische Entwicklungen übertragen möchte. Das scheint vordergründig etwas anderes zu sein als die Circular Economy oder Bioökonomie. Wir werden im Kurs jedoch sehen, dass Zusammenhänge zwischen den Konzepten hergestellt werden. Die Circular Economy, beispielsweise, wird auch aus der Bionik heraus abgeleitet. Material- und Produktkreisläufe sollen nach dem Vorbild natürlicher Kreisläufe geschlossen werden, heißt es dort. Ob es richtig ist, diesen Zusammenhang herzustellen, werden wir im Kurs bewerten.

Leitmotive, wie die sich am Vorbild Natur zu orientieren, zu erkennen und zu hinterfragen, ist nicht nur von theoretischem Interesse. Die dahinterstehenden Denkmuster sind praktisch außerordentlich relevant, weil sie die Art und Weise prägen, wie wir ökonomische Systeme und Technologien bewerten und wie wir mit der Realität umgehen.

Um die Vorstellungen, die mit der Circular Economy und Bioökonomie verbunden werden, einzuordnen, setzen wir uns im Kurs damit auseinander, was es bedeutet, wenn etwas aus der Natur in einen anderen Zusammenhang übertragen werden soll. Was sind Natur, Technik und Ökonomie überhaupt, unterscheiden sie sich voneinander und wenn ja, worin? Der Kurs berücksichtigt deshalb auch bio- und technikphilosophische Aspekte. Ingenieurinnen und Ingenieure sollten Technik nicht nur entwickeln und anwenden, sondern auch eine Vorstellung davon haben, was Technik eigentlich ist.

Inhalte der Veranstaltung sind:

- Einführung (Hintergründe und Inhalte der Vorlesung, Einführung in die Thematik, Lernziele)
- Bionik, Circular Economy und Bioökonomie
- Wirtschafts-ökologischer Hintergrund (Grenzen des Wachstums)
- Entwicklung der Circular Economy
- Entwicklung bioökonomischer Konzepte
- Denkschulen der Circular Economy und Bioökonomie
- Grundlegende Vorstellungen, die die Konzepte prägen
- Biosphäre und Technosphäre (Was ist Natur?, Was ist Kultur? Was bedeutet die Natur-Kultur-Trennung, Was können wir über die Natur und ihre Naturprinzipien wissen, Was sind Bio- und Technosphäre?)
- Das Vorbild Natur in Bionik, Circular Economy und Bioökonomie
- Übertragungen aus der Natur? (Metaphern, Analogien und Modellübertragung)
- Das Kreislaufmotiv (historische Entwicklung, Kreislaufmodelle)
- Kreisläufe in der Bioökonomie und Circular Economy.
- Wieviel Kreislauf ist möglich?

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung mit Übung / Deutsch

Prüfungsformen

- Mündliche Prüfung (Grundsätzlich kann die Prüfungsleistung semesterbegleitend oder in der vorlesungsfreien Zeit erbracht werden. Sie besteht im letzteren Fall in einer mündlich präsentierten Hausarbeit.)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung

Verwendung des Moduls

M.Sc. Umweltingenieurwesen

M.Sc. Maschinenbau

M.Sc. Sales Engineering and Product Management

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Der Kurs enthält sowohl Vorlesungs- als auch Übungselemente. Bei Letzteren lesen wir beispielsweise einen Text und diskutieren ihn gemeinsam. Es kann aber auch ein Experiment oder eine Denkaufgabe sein, worüber wir sprechen. Im Vordergrund steht das gemeinsame Nachdenken. Dies erfolgt bestenfalls sowohl zwischen den Studierenden als auch zwischen Studierenden und Dozent.

Circular Process Engineering Circular Process Engineering					
Modul-Nr. 138320	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Circular Process Engineering			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Manfred Renner a) Dr.-Ing. Philip Biessey					
Teilnahmevoraussetzungen					
Lernziele/Kompetenzen After successful completion of the module, students will be able to • understand the basic principles and boundary conditions of the Circular Economy and to identify interdisciplinary challenges for circular process engineering • describe the basic principles and operation modes of sustainable technologies and processes for closing material cycles in the process industry • apply the methods presented in the lecture for process balancing and scaling in relation to selected processes and evaluate them regarding established sustainability indicators • identify boundary conditions and limitations of the sustainable technologies and processes considered and derive scenarios for large-scale implementation					
Inhalte a) The course addresses technologies and processes for closing material cycles in the process industry and thus the transformation of this sector towards a sustainable Circular Economy. For this purpose, recycling technologies for plastics are discussed as examples in-depth. Within the lectures, basic ideas and operation modes of the considered technologies and processes will be presented; based on this, relevant material and heat transfer phenomena as well as the balancing of selected processes will be considered in detail in order to derive scaling strategies and design approaches and to be able to evaluate the technologies in terms of suitable sustainability indicators. • Motivation, concepts and boundary conditions of the Circular Economy for closed material cycles in the process industry • current technologies and processes especially for mechanical, physical and chemical plastics recycling as enablers for a circular economy of plastics • balancing of selected processes and scaling strategies for design • Key figures and methods for sustainability assessment of technologies and processes					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Englisch					
Prüfungsformen • Portfolio-Prüfung in Form zweier studienbegleitender Aufgaben während des Semesters (Anteil an der Modulnote: jeweils 10%) und einer Gruppenarbeit inkl. schriftlicher Dokumentation (Anteil an der					

Modulnote: 60%) und Abschlusspräsentation (Anteil an der Modulnote: 20%). Die Teilleistungen werden TN-individuell bewertet. Alle Teilleistungen müssen bestanden sein. • Anwesenheitspflicht (80% Anwesenheit zum Bestehen)
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits • Bestandene Modulabschlussprüfung: Portfolioprüfung. Alle Teilleistungen müssen bestanden sein • Ausreichende Anwesenheit
Verwendung des Moduls • MSc. Maschinenbau • MSc. Sales Engineering and Product Management • MSc. Umweltingenieurwesen
Stellenwert der Note für die Endnote Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
Sonstige Informationen

Computational Fracture Mechanics Computational Fracture Mechanics					
Modul-Nr. 440108	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Computational Fracture Mechanics			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. Alexander Hartmaier a) Prof. Dr. Alexander Hartmaier					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Basic knowledge about solid mechanics and plasticity					
Lernziele/Kompetenzen The students attain the ability to independently simulate fracture including plasticity for a wide range of materials and geometries. Based on the acquired understanding of the different types of brittle fracture and ductile failure of materials, they are enabled to choose appropriate fracture models and to implement them in a finite element environment. They gain sufficient knowledge about the theoretical background of the different types of fracture models, to study the relevant literature independently. On an engineering level, the students are able to discriminate between situations, where cracks in a structure or component can be tolerated or under which conditions cracks are not admissible, respectively.					
Inhalte a) Subject aims • Phenomenology of fracture/Fracture on the atomic scale • Concepts of linear elastic fracture mechanics • Concepts of elastic-plastic fracture mechanics • R curve behavior of materials • Concepts of cohesive zones (CZ), extended finite elements (XFEM) and damage mechanics • Finite element based fracture simulations for static and dynamic cracks • Application to brittle fracture & ductile failure for different geometries and loading situations					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Englisch					
Prüfungsformen Portfolio exam including reports on assignments, seminar and self-evaluation report					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Passed final module examination: Portfolio exam					
Verwendung des Moduls MSc. Computational Engineering MSc. Maschinenbau MSc. Materials Science and Simulation					

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Computational Microstructure Analysis Computational Microstructure Analysis					
Modul-Nr. 139130	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Computational Microstructure Analysis			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Sebastian Weber a) Dr.-Ing. Santiago Benito					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: none					
Lernziele/Kompetenzen After completing this course, students will be able to: • Recognize and illustrate the advantages and limitations of popular 2D imaging techniques such as optical, atomic force, and electron microscopy, including the contrast mechanisms they provide. • Select and apply appropriate sampling strategies (e.g., random sectioning) and image processing techniques (e.g., spatial filtering, segmentation). • Perform automated image analysis using established tools (e.g., ImageJ, MATLAB, Python-based libraries) and develop custom analysis scripts in scientific programming environments. • Quantify and interpret key microstructural descriptors such as grain size, shape, orientation, phase fraction, and texture. • Understand and apply concepts of stochastic and statistical modeling of metallic microstructures, linking processing, structure, and properties. • Employ computational methods, including pattern recognition, dimensionality reduction, and supervised learning, for extracting structure-property relationships from imaging data. • Critically assess the reliability and interpretability of data-driven microstructure analysis approaches.					
Inhalte a) The microstructure is at the heart of all Materials Science and Engineering endeavors. It connects a material's chemistry and processing history with the emerging properties ultimately responsible for system performance. Only with a comprehensive understanding of its features, formation, and evolution, and of the mechanisms that govern thermomechanical property emergence, can we strive to design materials in a top-down way. The importance of microstructure has led to a constant search for new technologies and methodologies that enable the systematic collection, processing, and interpretation of digital, quantitative, high-resolution information. Prominent examples include microscopy, X-ray diffraction, and X-ray microtomography. Coupled with advances in image and signal processing, computer vision, and spatial statistics, these tools offer unprecedented access to the fundamental properties and interrelationships within complex microstructures.					

Today, computational techniques under the umbrella of Computer Vision play an increasingly important role in microstructure analysis. These methods allow for automatic interpretation and a deeper understanding of processing-structure-property relationships.

This course provides a comprehensive overview of the information-based nature of metallic microstructures, with a focus on their imaging, processing, quantitative description, and computational analysis. In detail, the course covers:

- Microstructures as random fields
- Imaging techniques and contrast mechanisms
- Digital image processing
- Automatic image analysis and segmentation
- Stereology and quantitative microstructural descriptors
- Fundamentals of computational microstructure analysis

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Englisch

Prüfungsformen

- The tasks to be solved during the exercises constitute a self-contained project work integrated in the module.
- The module grade (100%) will be defined by a 15-minute presentation on the results of said project work, followed by a 15-minute discussion of the employed methods and obtained results.

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Passed examination
- Fulfilment of all exercises

Verwendung des Moduls

M.Sc. Mechanical Engineering

M.Sc. Materials Science and Simulation

M.Sc. CompEng

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Literature for the lecture will be announced at the beginning of the semester.

Computer Aided Process Design (Beispiele der simulationsgestützten Prozessentwicklung) Computer Aided Process Design					
Modul-Nr. 138605	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Beispiele der simulationsgestützten Prozessentwicklung			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald a) Dr.-Ing. Maria Polyakova					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: abgeschlossenes Modul „Verfahrensentwicklung und Anlagenplanung“					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls können Studierende • Prozesse zur Herstellung chemischer Produkte entwickeln und deren Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft einschätzen • den notwendigen Informationsbedarf für diese Aufgaben erkennen, Informationsquellen finden und diese Informationen beschaffen • einen komplexen Prozess in gängigen Simulationsumgebungen (Aspen Plus®) implementieren, Simulationen durchführen und deren Ergebnisse anhand von Parameter- und Sensitivitätsanalysen kritisch bewerten sowie aus den Ergebnissen weiteren Handlungsbedarf ableiten • sich selbstständig und systematisch in kurzer Zeit in neue Aufgaben einarbeiten					
Inhalte a) In der Lehrveranstaltung werden Simulationsmethoden für komplexe Prozesse der chemischen Industrie vermittelt. Dazu werden insbesondere nachfolgende Themen adressiert: • Aufgaben von und Voraussetzungen für erfolgreiche Prozesssimulation • Simulationstypen und deren Vor- und Nachteile • Kriterien zur Auswahl von Modellen für die Abbildung gängiger Unit Operations sowie die benötigte Datengrundlage und Grenzen der Modelle • Lösungsstrategien für komplexe Rückführungen • Prozess Analysis Tools wie Sensitivitätsanalysen, Design Specs und Optimierung • Simulationstechnische Möglichkeiten der Wärme- und Ressourcenintegration					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch / Englisch					
Prüfungsformen • Mündlich 'Beispiele der simulationsgestützten Prozessentwicklung' (45 Min., Anteil der Modulnote 100 %, Gruppenprüfung)					

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Mündliche Gruppenprüfung

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management
- MSc. Umweltingenieurwesen

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Computeranwendungen in der Prozessentwicklung					
Computer Applications in Process Development					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
139760	5 LP	150 h	8. Sem.	1 Semester	27
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Computeranwendungen in der Prozessentwicklung			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr.-Ing. Marcus Petermann					
a) Prof. Dr.-Ing. Anna Grevé					
Teilnahmevoraussetzungen					
Empfohlene Vorkenntnisse:					
keine					
Lernziele/Kompetenzen					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
• sind die Studierenden mit modernsten Methoden und Verfahren sowie den vertieften ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen im Bereich der Prozesssimulation vertraut. • sind die Studierenden in der Lage Ergebnisse der Prozesssimulation zu prüfen. • transferieren die Studierenden Erkenntnisse/Fertigkeiten aus den vorgestellten Prozessen auf konkrete und neue Problemstellungen in der Prozesssimulation. • implementieren die Studierenden komplexe Problemstellungen in Prozesssimulationstools und sind in der Lage eigene Lösungsansätze zu entwickeln und zu generieren.					
Inhalte					
a)					
Die Auslegung und Optimierung von industriellen Prozessen wird heute zunehmend durch Prozesssimulationsprogramme wie z.B. Aspen Plus durchgeführt. Im Vergleich zur klassischen Optimierung an Versuchsanlagen können dabei erheblich Zeit und Kosten eingespart werden. Für die Abbildung der Prozesse müssen zunächst thermodynamische Kenngrößen in die Tools implementiert werden. Dabei muss immer eine Verifizierung zu experimentellen Daten erfolgen. Erst im Anschluss können Gesamtprozesse mit allen Produkt- und Energieströmen in derartigen Programmen sinnvoll abgebildet werden und zur Optimierung der Prozesse genutzt werden. Das Seminar erläutert zunächst die theoretischen Grundlagen von Trennprozessen und greift anschließend die Modellierung thermodynamischen Größen mit vorhandenen Gleichungssystemen auf. Es werden einfache Trennprozesse in Aspen Plus abgebildet und dabei Sensitivitätsanalysen zur Beurteilung der Einflussgrößen eingesetzt. In Gruppenarbeit werden anschließend die Studierenden an die Nutzung des Simulationstools Aspen Plus herangeführt und müssen dabei aktuelle industrielle Prozesse der Verfahrenstechnik analysieren und optimieren.					
Lehrformen / Sprache					
a) Blockseminar / Deutsch					
Prüfungsformen					
• Studienbegleitende Aufgaben 'Computeranwendungen in der Prozessentwicklung' (0 Std., Anteil der Modulnote 100 %)					

• Umsetzung und Lösung einer spezifischen Aufgabe in Aspen Plus • abschließende Präsentation der Ergebnisse • schriftliche Zusammenfassung
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits • Bestandene studienbegleitende Aufgaben: Programmieraufgabe, Präsentation mit Ausarbeitung • Präsenz (aktive Teilnahme und Anwesenheit in der ersten Woche der Blockveranstaltung und am Abschlusstag)
Verwendung des Moduls keine Angabe
Stellenwert der Note für die Endnote $\text{Anteil an der Gesamtnote [\%]} = 5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
Sonstige Informationen

Computersimulation von Fluidströmungen					
Computer Simulation of Fluid Flow					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
138500	5 LP	150 h	8. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Computersimulation von Fluidströmungen			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr. Francesca di Mare					
a) Dr.-Ing. David Engelmann					
Teilnahmevoraussetzungen					
Empfohlene Vorkenntnisse:					
fundierte Kenntnisse der: Mathematik, insbesondere Differentialrechnung (partielle Ableitungen, Taylorreihen-Entwicklung), Integralrechnung, mathematische Operanden; Mechanik, insbesondere Begrifflichkeiten wie Impuls, Kraft und Masse, Newton'sche Gesetze; Thermodynamik, insbesondere Begrifflichkeiten wie Energie, Enthalpie und Entropie, Erster und zweiter Hauptsatz; Grundlagen der Strömungsmechanik, insbesondere laminare und turbulente Strömungen, Funktionsweise von Strömungsmaschinen bzw. Fluidenergiemaschinen					
Lernziele/Kompetenzen					
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls beherrschen die Studierenden die theoretischen Grundlagen der numerischen Strömungsmechanik für inkompressible Medien.					
- Die Studierenden sind in der Lage, mit Hilfe der Erhaltungsgleichungen für Masse, Impuls und Energie, Lösungen für strömungsmechanische Fragestellungen zu erarbeiten. - Die Studierenden können die Erhaltungsgleichungen klassifizieren, diskretisieren, iterativ lösen und erkennen geeignete Randbedingungen oder Vereinfachungen. - Die Studierenden sind in der Lage, die Funktionsweise von numerischen Strömungslösern zu analysieren und kritisch zu hinterfragen. - Die Studierenden können numerische Ergebnisse visualisieren, analysieren und anhand von Qualitätskriterien beurteilen.					
Inhalte					
a) - Einführung in die CFD - Vergleich von Numerik und Experiment - Historisches zur numerischen Strömungsmechanik - Weg von der strömungsmechanischen Problemstellung zur numerischen Lösung - Vorstellung der Erhaltungsgleichungen (Masse, Impuls, Energie) - Vereinfachungen und Klassifizierung der Erhaltungsgleichungen - Diskretisierung mittels Finite-Differenzen- und Finite-Volumen-Verfahren in Raum und Zeit (inkl. Stabilitätsanalyse und -kennzahlen, Druckkorrekturverfahren und Randbedingungen) für inkompressible Fluide - Gittergenerierung (Netzstruktur und Elementtypen) - Iterationsprozess mit Fokus auf Genauigkeit und Abbruchkriterien - Aufbau von Strömungslösern					

Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (3 SWS) / Übung (1 SWS) / Deutsch
Prüfungsformen • Klausur 'Computersimulation von Fluidströmungen' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits • Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
Verwendung des Moduls • MSc. Maschinenbau • MSc. Sales Engineering and Product Management • MSc. Umweltingenieurwesen
Stellenwert der Note für die Endnote Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
Sonstige Informationen

Dampfturbinen für heutige und künftige Energiesysteme Steam Turbines for Present and Future Energy Systems					
Modul-Nr. 138180	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Dampfturbinen für heutige und künftige Energiesysteme			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. Francesca di Mare a) Prof. Dr.-Ing. Th. Thiemann					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Fundierte Kenntnisse der Grundlagen der Fluidenergiemaschinen, Thermodynamik und der Grundlagen der Strömungsmechanik					
Lernziele/Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls beherrschen die Studierenden die mathematischen Werkzeuge, um die Auslegung von Dampfturbinen (Bauart, Thermodynamik, Abmessungen, Anzahl der Stufen, Anzahl der Schaufeln, Beschauelungstypologie, Hilfssysteme) nach den Anforderungen industrieller Anwendungen (Leistung, Abmessungen, Arbeitsmedium, Betriebsweise) vorzunehmen sowie Vorgaben für die Betriebsweise zu bestimmen. • Die Studierenden verstehen das Einsatzspektrum von Dampfturbinen und exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung. • Die Studierenden können physikalische Annahme treffen, um komplexen mathematischen Modelle zu vereinfachen. • Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften/des Maschinenbaus und können Anwendungsbeispiele auch auf künftige Energiesysteme transferieren. • Die Studierenden können dimensionslose Parameter ableiten, die das Betriebsverhalten einer Turbomaschine synthetisieren. • Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage, industriell etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und einzusetzen. • Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken und können diese Kompetenz auf Anwendungen an der industriellen Praxis verifizieren. • Die Studierenden haben sich vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erarbeitet und können diese situativ einsetzen. • Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.					
Inhalte a) • Einsatzspektrum von Dampfturbinen einschließlich deren Bedeutung in künftigen Energiesystemen • Thermodynamik des Wasser-Dampf-Kreislaufes • Arbeitsverfahren und Bauarten					

• Aerodynamische und mechanische Auslegung der Hoch- und Mitteldruckbeschaufelung sowie der Niederdruckbeschaufelung • mechanische Auslegung und konstruktive Ausführung der Turbinenläufer und Gehäuse • Betriebsverhalten / Leistungsregelung • Systemtechnik • Werkstofftechnik.
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch
Prüfungsformen • Klausur 'Dampfturbinen für heutige und künftige Energiesysteme' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %, Ab einer Teilnehmerzahl <= 5 Teilnehmer*innen kann die Prüfung mündlich durchgeführt werden.)
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits • Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
Verwendung des Moduls MSc. Maschinenbau
Stellenwert der Note für die Endnote Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
Sonstige Informationen

Demand and Supply in Energy Markets					
Demand and Supply in Energy Markets					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
138190	5 LP	150 h	8. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Demand and Supply in Energy Markets			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch					
a) Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch, Dr. Silke Johanneiter					
Teilnahmevoraussetzungen					
Empfohlene Vorkenntnisse:					
Recommended prior knowledge: Basic knowledge of energy economics, such as that covered in the B.Sc. module Energy Economics. Furthermore, solid prior knowledge of investment appraisal is advantageous. For participation in the exercises, a (mobile) computer with a spreadsheet program (e.g. Excel) is advantageous.					
Lernziele/Kompetenzen					
After successful completion of this module the students are able to:					
• name different types of energy markets and explain their purpose and functionality. • name the main technological, socio-economic and political drivers of energy demand and explain how they each affect energy demand over time or between energy carriers. • explain different dynamic investment appraisal methods and how these can be used to support investment decisions on the energy demand and supply sides. • implement the concepts learned in Spreadsheet environments and apply them to real-world case studies, analyse and interpret the results and draw conclusions for the transformation of the energy system. • work independently in project groups and present results of their project work in an understandable way, both in an oral and written form.					
Moreover, the students will have					
• developed the ability to think in a networked and critical way and are able to select and apply established methods and procedures, • acquired in-depth and interdisciplinary methodological competence and are able to apply it in a situationally appropriate manner.					
The students practice scientific learning, thinking, working and writing and can					
• develop complex problems in technical systems in a structured way and solve them in an interdisciplinary way using suitable methods, • transfer knowledge/skills to concrete systems engineering problems.					
Inhalte					
a)					
• Basics of economics • Fundamentals of energy markets • Approaches for analysing energy demand					

- Profitability assessment of energy supply technologies
- Project work on real-world case studies by small project groups:
 - Students identify a relevant research question / problem within a given topic area
 - Students develop a quantitative model (Spreadsheet or other) to analyse the research question
 - Students evaluate the corresponding results and draw conclusions from these
 - Students communicate their model and findings in a presentation and a short paper

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (2 SWS) / Projekt / Übung (2 SWS) / Englisch

Prüfungsformen

- Projektarbeit 'Demand and Supply in Energy Markets' (80 Std., Anteil der Modulnote 100 %, group work consisting of a written report, presentation and data/model code and documentation – details will be announced at the beginning of the semester)
- Written, digital (open-book) learning assessment in May (60 min., onsite)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Successful completion of project work (details will be announced at the beginning of the semester)
- Passed written, digital learning assessment (open-book)

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management
- MSc. Umweltingenieurwesen

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Dynamic Structures and Active Control Dynamic Structures and Active Control					
Modul-Nr. 126602	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Dynamic Structures and Active Control			Kontaktzeit a) 3 SWS (45 h)	Selbststudium a) 105 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. Tamara Nestorovic a) Prof. Dr. Tamara Nestorovic					
Teilnahmevoraussetzungen Basic knowledge of control systems is of advantage					
Lernziele/Kompetenzen The students acquire an overall competence in fundamental methods of active structural control. After successfully completing the course, the students are able to recognize the problems in practice and to apply the acquired knowledge in solving engineering problems in the field active control of mechanical structures, with the focus on active vibration control. In particular, the students: • have basic knowledge in behavior and modeling of piezoelectric materials for applications in smart structures and active systems • have knowledge in model development of mechanical structures for the control system design (linear time invariant systems in the state-space and transfer function form) • are able to perform the model-based system analysis in time and frequency domain • are able to design basic control structures with compensator and feedback gain systems • are able to independently simulate control systems (PID and pole placement controller) • have knowledge in discrete-time control systems • are able to use Matlab/Simulink software and toolboxes for the control system analysis, design and simulation					
Inhalte a) The course presents an overall insight in the modeling and control of active structures and systems. Basic terms and definitions are introduced along with presentation of the potential application fields. For the purpose of the controller design for active structural control, the basics of the control theory are introduced: development of linear time invariant models, representation of linear differential equations systems in the state-space form, controllability, observability and stability conditions of control systems. The parallel description of the modeling methods in structural mechanics enables the students to understand the application of control approaches. For actuation/sensing purposes multifunctional active materials (piezo ceramics) are introduced as well as the basics of the numerical model development for structures with active materials. Control methods include time-continuous and discrete-time controllers in the state-space for multiple-input multiple-output systems, as well as methods of the classical control theory for single-input single output systems. Differences and analogies between continuous and discrete time control systems are specified and highlighted on the basis of a pole placement method. Closed-loop controller design for active structures is explained. Different application examples and problem solutions will show the feasibility					

and importance of the active structural systems development. The students also get insight into basics of active structural health monitoring. Within this course the students learn computer aided controller design and simulation using Matlab/Simulink software. Students will implement the acquired knowledge in the framework of a seminar paper related to the controller design supported by Matlab Software.

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung mit Übung / Englisch

Prüfungsformen

- Klausur 'Dynamic Structures and Active Control' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
- Homework – Seminar paper based on the computer exercises; deadlines will be announced at the beginning of the semester

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Passed final module examination and passed Seminar paper

Verwendung des Moduls

MSc Maschinenbau

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Lectures with exercises, computer exercises and tutorials (3h / week) / English

Dünne Schichten und Hochdurchsatzmethoden in der Materialforschung Thin Films & High Throughput Methods in Materials Science					
Modul-Nr. 139530	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Dünne Schichten und Hochdurchsatzmethoden in der Materialforschung			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig a) Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden keine formalen Teilnahmevoraussetzungen gemacht. Die Vorlesung baut aber auf Grundlagenvorlesungen im Bereich Werkstoffe und Microengineering auf.					
Lernziele/Kompetenzen • Die Studierenden können zwischen den unterschiedlichen Herstellungsverfahren dünner Schichten unterscheiden und verstehen die Vor- und Nachteile der jeweiligen Methoden. • Sie können Beschichtungsprozesse für Anwendungsfälle entwerfen. • Die Studierenden verstehen die Konzepte der kombinatorischen Materialforschung und von Hochdurchsatz-Experimenten. • Sie können Materialbibliotheken und Hochdurchsatzexperimente für ein gegebenes Problem entwickeln. • Die Studierenden können entscheiden, welche Hochdurchsatz-Charakterisierungsverfahren sinnvoll eingesetzt werden können. • Sie können Möglichkeiten der Digitalisierung in der Materialforschung, u.a. im Hinblick auf automatisierte Experimente, beurteilen. • Im Rahmen der Übungen praktizieren die Studierenden wissenschaftliches Lernen und Denken und übertragen die Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen.					
Inhalte a) Das Modul „Dünne Schichten & Hochdurchsatzmethoden in der Materialforschung“ vermittelt vertiefte Kenntnisse über die Herstellung und die Anwendung von dünnen Schichten in Materialforschung und der Ingenieurtechnik und über den Einsatz von Hochdurchsatzmethoden in der (kombinatorischen) Materialforschung. • Anwendungen dünner Schichten • Überblick zu verschiedenen Herstellungstechniken von dünnen Schichten (PVD, CVD, ...) • Einfluss der Herstellungs- und Prozessierungsparameter auf die Eigenschaften der Schichten. • Charakterisierungsmethoden für dünne Schichten • Kombinatorische Materialentwicklung mit Hilfe dünner Schichten • Experimentelle Hochdurchsatzverfahren • Herstellung und Charakterisierung von Dünnschicht-Materialbibliotheken • Materialinformatik (Forschungsdatenmanagement, machine learning, data mining)					

• Datenvisualisierung in Form von Zusammensetzungs-Prozessierung-Struktur- Funktions-Diagrammen
Lehrformen / Sprache a) Inverted Classroom / Deutsch
Prüfungsformen • Klausur 'Dünne Schichten und Hochdurchsatzmethoden in der Materialforschung' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
Verwendung des Moduls • MSc. Maschinenbau • MSc. Sales Engineering and Product Management
Stellenwert der Note für die Endnote Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
Sonstige Informationen Die Veranstaltung zählt als online-Veranstaltung gemäß HDVO.

Einsatz Calphad-basierter Methoden in der Werkstofftechnik Application of Calphad-based Methods in Materials Technology					
Modul-Nr. 139980	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Einsatz Calphad-basierter Methoden in der Werkstofftechnik			Kontaktzeit a) 3 SWS (45 h)	Selbststudium a) 105 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Sebastian Weber a) Prof. Dr.-Ing. Sebastian Weber					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Das Modul ist als begleitende Lehrveranstaltung zum Modul „Advanced Materials Processing and Microfabrication (AMPM)“ konzipiert. Eine parallele Belegung des AMPM-Moduls wird daher empfohlen, ist jedoch nicht obligatorisch.					
Lernziele/Kompetenzen Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage, • sich selbstständig anhand einschlägiger Fachliteratur in eine werkstofftechnische Fragestellung einzuarbeiten. • Calphad-basierte Methoden in der Werkstoffentwicklung und -optimierung auf praxisnahe Fragestellungen der Werkstofftechnik anzuwenden. • eine Reduktion der Komplexität einer werkstofftechnischen Fragestellung vorzunehmen, um diese für eine Calphad-Methode zugänglich zu machen. • Ergebnisse in einen Gesamtzusammenhang einzuordnen, diese schriftlich zu dokumentieren, mündlich zu präsentieren und zu interpretieren.					
Inhalte a) Die Lehrveranstaltung wird in einer seminaristischen Form angeboten, beginnend mit mehreren Einführungs-Lehrveranstaltungen, in denen sowohl die Fachthemen als auch die betrachteten Software-Lösungen behandelt werden. In Absprache mit den Studierenden erfolgt eine thematische Festlegung der zu bearbeitenden werkstofftechnischen Fragestellungen, wobei es sich sowohl um seitens des Lehrenden vorgegebene Themen als auch solche handeln kann, die die Studierenden selbstständig einbringen. Nach der thematischen Festlegung erfolgt im Austausch zwischen den Studierenden und dem Lehrenden eine Reduktion der Komplexität der Fragestellung, um diese für eine Betrachtung mit einer Calphad-Methode zugänglich zu machen. Erforderliche Kenntnisse zur Nutzung einer Calphad-Methode werden ebenfalls vermittelt, sofern diese nicht bereits aus dem Modul AMPM vorhanden sind. Die Bearbeitung der Themen soll vorzugsweise in Kleingruppen von jeweils zwei Studierenden erfolgen, eine Bearbeitung eines Themas durch nur einen Studierenden ist ebenfalls möglich. Für die Bearbeitung ist der Eigenstudiumsanteil des Moduls vorgesehen, unterstützt durch mehrere über das Semester verteilte und individuell vereinbarte Diskussions- und Statustreffen mit dem Lehrenden. Alle Ergebnisse fließen in eine schriftliche Ausarbeitung ein, deren Struktur und Umfang zu Beginn der Lehrveranstaltung festgelegt werden. Die Ergebnisse werden zudem abschließend im Rahmen einer Präsentation von den einzelnen Gruppen im Plenum vorgestellt und diskutiert.					

Lehrformen / Sprache a) Seminar / Deutsch
Prüfungsformen • Präsentation inkl. schriftl. Ausarbeitung deren Bewertung zu gleichen Teilen in die Gesamtnote eingeht
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bewertung der schriftlichen Ausarbeitung und der Präsentation
Verwendung des Moduls keine Angabe
Stellenwert der Note für die Endnote Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
Sonstige Informationen

Elektrifizierte Fahrzeugantriebe					
Electrified Drivetrains					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
139300	5 LP	150 h	8. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Elektrifizierte Fahrzeugantriebe			a) 4 SWS (60 h)	a) 120 h	a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr.-Ing. Manuel Oehler					
a) Honorarprof. Dr.-Ing. A. Docter					
Teilnahmevoraussetzungen					
Empfohlene Vorkenntnisse:					
Die Vorlesung stützt sich auf die Grundlagenvorlesungen zur Mathematik, Mechanik, Elektrotechnik und Konstruktionstechnik. Die Entwicklung von Fahrzeugantrieben benötigt numerische Lösungsverfahren mathematischer Gleichungssysteme, die Analyse der Fahrzeugdynamik sowie das Verständnis elektrischer Maschinen und Stromspeichern.					
Lernziele/Kompetenzen					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
• sind die Studierenden in der Lage, eine grundlegende Auslegung der Komponenten einer elektrischen Antriebseinheit anhand eines gegebenen Lastenkatalogs für eine Fahrzeuganwendung zu entwickeln. • können die Studierenden das dynamische Verhalten von elektrifizierten Antriebssträngen abschätzen. • können die Studierenden die Kennfelder der Wandlungswirkungsgrade von Batterien, Leistungselektronik und elektrischen Maschinen und ihre Parameterabhängigkeiten bewerten und können Betriebsstrategien entwerfen. • können die Studierenden die Anforderungen an den Antriebsstrang hinsichtlich der sensiblen Geräuschsituation in einem Elektrofahrzeug bewerten.					
Inhalte					
a)					
Die Vorlesung behandelt die Komponenten des Antriebsstrangs von elektrisch angetriebenen Fahrzeugen und deren Zusammenwirken im elektrischen Antriebssystem sowie die Anforderungen an die Lade-Infrastruktur. Zu Beginn werden die grundlegenden Funktionsweisen, der für Elektrofahrzeuge verwendeten elektrischen Maschinen, aufbauend auf der "Elektrotechnik" wiederholt. Dabei wird der Bezug zum Stand der Technik hergestellt und auf die besonderen Anforderungen für den Fahrzeugantrieb (insbesondere Baugröße und Dynamik) eingegangen. Weiter werden die verschiedenen Energiespeichersysteme für Elektroantriebe grundlegend diskutiert und auf Basis des aktuellen Kenntnisstandes Prognosen für die zukünftige Speicherentwicklung gestellt. Über die Leistungsdichte von Batterien wird die Verbindung zu aktuellen und zukünftigen Ladesystemen hergestellt, die eine praxisgerechte Alternative zum konventionellen Tanken darstellen müssen. Auch hier werden die grundlegenden Eigenschaften und Funktionsweisen der verschiedenen Systeme erläutert. Im Folgenden richtet die Vorlesung den Blick auf die veränderten Anforderungen an das Bordnetz durch die Hochvolttechnologie zum Betrieb des Elektromotors und gibt ebenso einen Einblick in die erforderliche Steuerungstechnik, wobei sowohl eine hardware- als auch softwareseitige Betrachtung stattfindet. Weiter werden die veränderten Anforderungen an die Nebenaggregate wie Servolenkung, Wasserpumpen und Klimakompressor besprochen und auf die möglichen					

Betriebsstrategien durch ihren entkoppelten elektrischen Antrieb eingegangen. Abschließend diskutiert die Vorlesung die gesetzlichen Rahmenbedingungen für eine zukünftig flächendeckende Ausbreitung der Elektromobilität, auch im Hinblick auf die Infrastrukturanforderungen.

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch

Prüfungsformen

- Klausur 'Elektrifizierte Fahrzeugantriebe' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

Verwendung des Moduls

keine Angabe

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Embedded Systems Embedded Systems					
Modul-Nr. 137040	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Embedded Systems			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Martin Mönnigmann a) Prof. Dr.-Ing. Martin Mönnigmann					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Eine erfolgreiche Teilnahme an den Modulen <i>Grundlagen der Regelungstechnik</i> und <i>Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik</i> des Bachelor-Studiengangs wird empfohlen.					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • sind die Studierenden in der Lage, verschiedene Typen von Hardware hinsichtlich eingebetteter Systeme zu klassifizieren und die Komplexität unterschiedlicher steuerungs- und regelungstechnischer Aufgaben zu beurteilen, sowie Entscheidungshilfen für die Wahl eingebetteter Systeme zu ermitteln. • können die Studierenden eingebettete Systeme entwerfen und Validierungstechniken auswählen und nutzen. • verfügen die Studierenden über die Fähigkeit, Schnittstellen, Protokolle zur Umsetzung von Echtzeitanforderungen zu entwerfen. • können die Studierenden die Methoden für zeitdiskrete Systeme zur Modellierung und Programmierung von eingebetteten Systemen auswählen, anwenden und miteinander kombinieren. • verfügen die Studierenden über die Fähigkeit zu vernetztem und wissenschaftlichem Denken, so dass sie dieses auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen und kompetent hierzu (auch in englischer Sprache) kommunizieren können. • Sind die Studierenden in der Lage, sich selbst in ihrem Lernprozess zu organisieren, digitale Medien für ihr Studium zu nutzen und sich mit Arbeitsgruppen (auch digital) zu vernetzen.					
Inhalte a) • Überblick über kommerziell verfügbare Hardware zur Umsetzung von Einbaurechnern und Darstellung des Mangels an Standardisierung im Bereich Embedded Systems • Klassifizierung verschiedener Typen von Hardware wie Mikrokontroller oder programmierbare logische Schaltungen, hinsichtlich ihrer rechnerischen Leistungsfähigkeit, ihrer elektrischen Leistungsaufnahme, ihrer Baugröße, ihrer Verlässlichkeit und ihres Preises • Methoden zur der Komplexität unterschiedlicher steuerungs- und regelungstechnischer Aufgaben und Ableitung von Entscheidungshilfen für die Wahl geeigneter eingebetteter Systeme • Entwurfsansätze und –werkzeuge im Kontext zu Validierungstechniken • Schnittstellen, Protokolle und Echtzeitanforderungen • Methoden und Werkzeuge für zeitdiskrete Systeme zur Modellierung und Programmierung von eingebetteten Systemen					

Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch / Englisch
Prüfungsformen • Klausur 'Embedded Systems' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
Verwendung des Moduls • MSc. Maschinenbau • MSc. Sales Engineering and Product Management
Stellenwert der Note für die Endnote Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
Sonstige Informationen Die Lehrveranstaltung „Embedded Systems“ vermittelt identische Kompetenzen und Inhalte in englischer Sprache.

Energieaufwendungen und Ökobilanzierung Energy Consumption and Life Cycle Assessment					
Modul-Nr. 138080	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Energieaufwendungen und Ökobilanzierung			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch a) Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen • Die Studierenden können die Methoden zur Bilanzierung kumulierter Energieaufwendungen und der Ökobilanzierung anwenden. • Sie verfügen über grundlegende Kenntnisse der Entstehungsmechanismen von energiebedingten Luftschadstoffen und Klimagasen. Sie können die Methoden und Verfahren der Ökobilanzierung einschätzen und anwenden. • Sie können das entsprechende Fachvokabular interpretieren. Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • lösen Studierende komplexe ökobilanzielle Problemstellungen physikalischer Systeme fachübergreifend mit geeigneten Methoden, • nutzen Studierende vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenzen • differenzieren Studierende die erlangten Erkenntnisse und übertragen diese auf konkrete und neue Problemstellungen, • validieren Studierende die komplex modellierten Systeme sowie die damit bearbeiteten Fragestellungen und überführen sie in eigene Ansätze, • wählen Studierende durch die Fähigkeit zum vernetzten und kritischen Denken die behandelten etablierten Methoden und Verfahren aus und kombinieren diese situativ in Abhängigkeit des Untersuchungssystems und der Fragestellung					
Inhalte a) • Einführung in die durch die Energieumwandlung bedingten Emissionen und ihre Minderungsmöglichkeiten sowie Grundlagen der Ökobilanzierung • Stoffstromanalyse, Prozesskettenanalyse, Lebenszyklusanalyse • Kumulierter Energieaufwand und kumulierte Emissionen • Entstehung von Luftschadstoffen und Klimagasen • Ausbreitung von Luftschadstoffen • Gesundheitliche Auswirkungen, Umweltauswirkungen • Grenzwerte • Methodisches Vorgehen der Ökobilanzierung (Life Cycle Assessment)					

- Wirkungskategorien und Wirkungsindikatoren
- weitere ökologische Bewertungsverfahren

Die begleitende Übung vertieft den Stoff durch Rechenaufgaben. Weiterhin erarbeiten die Studierenden vorlesungsbegleitend eine ökobilanzielle Fallstudie, führen Analysen durch und fassen die Erkenntnisse prägnant zusammen.

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (3 SWS) / Übung (1 SWS) / Deutsch

Prüfungsformen

- Klausur 'Energieaufwendungen und Ökobilanzierung' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %, Bei einer Teilnehmerzahl ≤ 10 Teilnehmer*innen kann die Prüfung auch mündlich durchgeführt werden)
- Fallstudie zur Erreichung von Bonuspunkten für die Klausur (Abgabefristen werden am Anfang des Semesters bekanntgegeben); nach der 1. Wiederholungsprüfung verfallen die Bonuspunkte

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management
- BSc. Umweltingenieurwesen

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Energiegase: Methan, Biogas, Wasserstoff, Synthesegase Energy Gases: Methane, Biogas, Hydrogen, Synthesis Gases					
Modul-Nr. 139110	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9 Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Energiegase: Methan, Biogas, Wasserstoff, Synthesegase			Kontaktzeit a) 3 SWS (45 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. V. Scherer a) Prof. Dr.-Ing. V. Scherer					
Teilnahmevoraussetzungen Grundlegende Ingenieurkenntnis auf dem Gebiet der Strömungsmechanik und Festigkeitslehre Basiskenntnisse Chemie und Operational Research Mathematische Kenntnisse in Analysis (Mathematik I u. II) und zu Differentialgleichungen Keine Teilnahmebeschränkungen Empfohlene Vorkenntnisse: • Grundlegende Ingenieurkenntnis auf dem Gebiet der Strömungsmechanik und Festigkeitslehre • Basiskenntnisse Chemie und Operational Research • Mathematische Kenntnisse in Analysis (Mathematik I u. II) und zu Differentialgleichungen • Keine Teilnahmebeschränkungen					
Lernziele/Kompetenzen Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts: • vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, • exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung, • modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften und kennen Anwendungsbeispiele. Ferner können die Studierenden • komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen fachübergreifend mit geeigneten Methoden lösen, • Erkenntnisse auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. Die Studierenden haben • die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage, etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden, • vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls kennen Studierende: • die Grundlagen einer nationalen Energieversorgung und die wesentlichen Charakteristika der dazugehörigen Infrastruktur • die mit der Energiewende und nationalen/internationalen Klimaprogrammen (Green Deal) einhergehenden Herausforderungen					

- technische Lösungsalternativen einer nachhaltigen Energieversorgung

Ferner verstehen die Studierende:

- die Werkzeuge, um selbstständig Abschätzungen und exakte Berechnungen durchführen zu können zu Infrastruktur-Investitionen und Dekarbonisierungs-Kosten
- das Zusammenwirken der verschiedenen Sektoren in einem sektorgekoppelten Energiesystem (Strom-Gas-Wärme)
- die Interaktion zwischen Wasserstoff- und Erdgasindustrie

Inhalte

a)

Die Vorlesung „Energiegase: Methan, Biogas, Wasserstoff, Synthesegase. Von den Versorgungsgrundlagen der klassischen Gaswirtschaft bis zu den H2-Innovationen zum Erreichen der Pariser Klimaziele und der Resilienz-Anforderungen des Green Deals“ vermittelt einen vertieften Einblick in die aktuelle Gaswirtschaft und ihre Veränderung. Nach einem Überblick über die verfügbaren Erdgasarten – inklusive Biogas, Biomethan und Wasserstoff - und ihre Eigenschaften werden die Vor- und Nachteile im Vergleich zu anderen Energieträgern besprochen. Dabei werden die juristischen Aspekte des Energiehandels ebenfalls mit einbezogen. Aufbauend auf dieser Thematik wird das deutsche bzw. europäische Versorgungsnetz erläutert und die wichtigsten Merkmale des Erdgasimports am Beispiel von führenden Energieversorgungsunternehmen vorgestellt. Einen weiteren wichtigen Aspekt bildet die Verlegung von Rohrleitungssystemen, die Physik des Gastransports, Sicherheit beim Bau und während des Betriebs (Integrität), die Messungen der Gasbeschaffenheit und von Energieinhalten. Es werden diverse Beispiele der Gasanwendung und der Integration Erneuerbarer Energie erläutert. Dabei kommt dem Erdgassystem (Leitungen) und Untertagetechnik die Rolle des Speichers zu. Ein weiterer wesentlicher Fokus liegt in der Analyse unterschiedlicher Dekarbonisierungs-Strategien. Es wird ein Vergleich der Klimarelevanz des Einsatzes energetischer Gase wie Erdgas, Biogas, grünen/blauen Wasserstoff oder Synthesegase in allen drei Sektoren (Strom, Wärme, Mobilität) durchgeführt und in Relation zu strombasierten Lösungen gesetzt. Dabei wird auf Fragen einer nachhaltigen Energieversorgung unter gesamtsystemischen Aspekten der Strom-Gas-Kopplung, d.h. u.a. Sektorenkopplung und Power-to-Gas-Markthochlauf eingegangen. Die erläuterten Zusammenhänge werden abschließend anhand von Exkursionen zu einer Erdgas Verdichterstation und zur „Dispatchingzentrale“ der Open Grid Europe verdeutlicht.

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (3 SWS) / Exkursion / Deutsch

Prüfungsformen

- Klausur 'Energiegase: Methan, Biogas, Wasserstoff, Synthesegase' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

Verwendung des Moduls

keine Angabe

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Die beiden Exkursionen sind Pflichtveranstaltungen (15h Kontaktzeit).

Einzelne Veranstaltungen können digital abgehalten werden.

Energiespeichertechnologien und -anwendung					
Energy Storage Technologies and Applications					
Modul-Nr. 139030	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Energiespeichertechnologien und -anwendung			Kontaktzeit a) 60 h	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Christian Doetsch a) Prof. Christian Doetsch					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • kennen Studierende die meistverwendeten sektoralen und cross-sektoralen Energiespeicher, ihre Vor- und Nachteile und Grenzen. • verstehen Studierende warum spezielle Technologien in bestimmten Anwendungen eingesetzt werden und können diesen Einsatz qualitativ bewerten • können Studierende das Wissen in der Form anwenden, dass sie selbständig geeignete Technologien für verschiedenen Einsatzszenarien vorschlagen können, sie können Energiespeicher dimensionieren, wichtige Kenngrößen berechnen und die Anwendung quantitativ bewerten.					
Inhalte a) Die Vorlesung vermittelt einen anwendungsorientierten Überblick über das gesamte Feld der Energiespeicherung. Aufbauend auf den Grundlagen der Speicherung und der Energiesysteme sowie der Rolle von Speichern in denselben, werden drei Technologiebereiche abgedeckt: Elektrische Speichersysteme (auf Basis mechanischer, elektrischer, elektrochemischer Speicherung/Wandlung, Thermische Speichersysteme und Chemische Speichersysteme. Darüber hinaus noch Märkte und Business Cases für Energiespeichersystemen in verschiedenen Anwendungen sowie die techno-ökonomische Situation dieser. Im Detail werden folgende Themen adressiert: Grundlagen der Energiebereitstellung/Speicherung, Elektrische Speicher (Pumpspeicher, Druckluftspeicher, Supercaps, Supraleitende magnetische Spulen, Lithium-/Blei-Batterien, Flow-Batterien); thermische Speicher (sensible, latente etc.); chemische Speicher (Wasserstoff, Methan, andere Fluide); Märkte für Speicher und Bewertung verschiedener Anwendungen unter techno-ökonomischen Gesichtspunkten.					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch / Englisch					
Prüfungsformen • Klausur 'Energiespeichertechnologien und -anwendung' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
Verwendung des Moduls					

keine Angabe

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Die Veranstaltung zählt als online-Veranstaltung gemäß HDVO.

Energy Systems Analysis Energy Systems Analysis					
Modul-Nr. 139170	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Energy Systems Analysis			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch a) Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Recommended prior knowledge: Basic knowledge of energy economics, such as that covered in the B.Sc. module Energy Economics. Furthermore, solid prior knowledge in operations research as well as investment appraisal are advantageous. Exercises are organised as computer tutorials. If possible, these take place in the CIP pool(s) on campus. If students want to work on the exercises outside the CIP pool hours, they need a (mobile) computer on which they can install an open-source energy system model, which is provided by the chair.					
Lernziele/Kompetenzen After successful completion of this module the students are able to • name categories of energy systems models and explain the methodological concepts behind the different categories. • explain and apply approaches for generating energy systems model input data in a structured way. • apply selected methods and models to practical problems (e.g. unit commitment optimisation). • interpret results from energy systems models and draw conclusions to support decision making. • discuss strengths and weaknesses of the methods and models used and to discuss and derive potential for improvement. Moreover, the students will have • developed the ability to think in a networked and critical way and are able to select and apply established methods and procedures, • acquired in-depth and interdisciplinary methodological competence and are able to apply it in a situationally appropriate manner. The students practice scientific learning and thinking and can • develop complex problems in technical systems in a structured way and solve them in an interdisciplinary way using suitable methods, • transfer knowledge/skills to concrete systems engineering problems.					
Inhalte a) Modelling and Simulation of Energy Systems • Introduction and overview of energy systems analysis					

- Fundamental optimisation models for power systems analysis
 - Optimal unit commitment (short-term planning)
 - Optimal capacity expansion (long-term planning)
- Scenario planning approaches
 - Introduction to scenario planning
 - Combination of scenario planning and power systems analysis
- Investment appraisal
- Selected case studies

Decision Analysis and Assessment of Strategies

- Types of decision environments and models
- Structuring decision problems
 - Generating objectives and hierarchies
 - Generating and preselecting alternatives
- Preference elicitation
- Aggregation functions and sensitivity analysis
- Selected case studies

During the exercises, students work on concrete case studies using an open source energy systems model to be installed on their (mobile) computers, and practise preparing input data, processing model results and drawing conclusions.

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (3 SWS) / Übung (1 SWS) / Englisch

Prüfungsformen

- Klausur 'Energy Systems Analysis' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %, onsite or online)
- Assignments accompanying the course: Computer tutorials / exercises (details will be announced at the beginning of the semester).

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Passed written exam (Note: The grade is based on the written exam only)
- Successful completion of the computer exercises (details will be announced at the beginning of the semester)

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management
- MSc. Umweltingenieurwesen

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Entwicklung von Motormanagementsystemen					
Development of Engine Control Systems					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
138280	5 LP	150 h	8. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Entwicklung von Motormanagementsystemen			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Thomas Ernst Müller					
a) Dr.-Ing. Jens Steinmill					
Teilnahmevoraussetzungen					
Empfohlene Vorkenntnisse:					
keine					
Lernziele/Kompetenzen					
• Die Studierende erwerben erweiterte Kenntnisse über die Funktionsweise von • Motormanagementsystemen und der entsprechenden Sensorik sowie Aktorik. Des Weiteren erwerben die Studierenden die Fähigkeit Motorsteuerungsfunktionen in einer grafischen Entwicklungsumgebung zu entwerfen und zu parametrieren. • Die Studierenden können komplexe Problemstellungen interdisziplinär anwenden. Unter anderem finden Elemente aus der Elektrotechnik, Strömungsmechanik, Thermodynamik, Regelungstechnik und Informatik Anwendung. • Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen. • Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung. • Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften/des Maschinenbaus und kennen Anwendungsbeispiele. • Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden. • Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. • Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenzen erworben und können diese situativ angepasst anwenden.					
Inhalte					
a)					
Ausgehend von den Inhalten der Grundlagenvorlesungen Motormanagementsysteme wird in dieser Veranstaltung der Fokus auf die Entwicklung dieser gelegt. Neben der Funktionsweise von Sensorik und Aktorik, welche an Verbrennungsmotoren zum Einsatz kommt, wird die Funktionsweise von Motorsteuergeräten auf der Hard- und Softwareseite dargestellt. Es werden dem Stand der Technik entsprechende Steuerungs- und Regelalgorithmen sowie die funktionale Struktur von Motormanagementsystemen erläutert. Auch wird hier auf die Diagnosen eingegangen, welche im Rahmen der OBD (On-Board-Diagnose) vorgeschrieben sind. Darüber hinaus werden Aspekte der gesamten Entwicklungskette ausgehend von den Anforderungen über die Zertifizierung bis zum					

Serieneinsatz dargestellt. In der Übung werden Funktionen von Motorsteuergeräten mit grafischen Programmierwerkzeugen von den Studierenden erstellt und mit Applikationssystemen parametrieren. Hierbei wird auch der Umgang mit elektrischer Mess- und Versuchstechnik, welche für eine Inbetriebnahme von Motorsteuergeräten notwendig ist erlernt. Darüber hinaus wird die Handhabung von Bussystemen zur Steuergerätekommunikation erlernt

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch

Prüfungsformen

- Klausur 'Entwicklung von Motormanagementsystemen' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

Verwendung des Moduls

MSc. Maschinenbau

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Die Veranstaltung zählt als online-Veranstaltung gemäß HDVO.

Entwicklungsprojekt Formula Student RUB Motorsport					
Development Project Formula Student RUB Motorsport					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
139970	6 LP	180 h	8. Sem.	Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Entwicklungsprojekt Formula Student - RUB Motorsport			a) 2 SWS (30 h)	a) 150 h	a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr.-Ing. Andreas Kilzer a) Prof. Dr.-Ing. Andreas Kilzer					
Teilnahmevoraussetzungen					
Lernziele/Kompetenzen					
Die Studierenden übernehmen eine Entwicklungsaufgabe am Fahrzeug. (Fahrzeug spezifizieren) (Beispiele: Sitz, etc). Kern der Veranstaltung ist die Fahrzeugentwicklung (bei RUB Motorsport) zur Teilnahme an internationalen Konstruktionswettbewerben der Formula Student. Ziel der Formula Student ist der Gewinn von detaillierten praktischen Erfahrungen im Ingenieursberuf und Erweiterung des Wissens in Entwicklung und Fertigung eines Rennwagens unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Aspekten. Die durchgeführten Komponentenentwicklungen werden umfangreich dokumentiert und im Anschluss präsentiert. Allgemeine Ziele und Kompetenzen: • Die Studierenden wenden im Studium gelerntes Wissen an und erweitern dieses selbstständig, um eine Entwicklungsaufgabe im Bereich Formula Student / Motorsport durchzuführen • Die Studierenden wenden die ingenieurstechnische Grundbildung auf komplexe Problemstellung an • Die Studierenden haben interdisziplinäres Arbeiten gelernt, soziale Kompetenzen entwickelt und Erfahrungen in Entwicklungsprojekten gesammelt • Die Studierenden verstehen die eigenständige Organisation von Arbeit unter engen zeitlichen Vorgaben • Die Studierenden festigen dabei Fähigkeiten in Projektmanagement, Sozialkompetenzen, Dokumentation Voraussetzung: • Gefestigte Ingenieurskenntnisse in Bereich Mechanik, Werkstoffe, Fertigungstechnik • Grundkenntnisse im CAD • Hohe Motivation und Leistungsbereitschaft					
Inhalte					
a) Die Veranstaltung besteht aus vier Komponenten: 1. Erfahrene (ehemalige) Mitglieder unterstützen durch Vorträge über im Motorsport relevante Themen und geben Einblicke in die Formula Student oder der Fahrzeugentwicklung 2. Entwicklungsprojekt: Jedes Mitglied entwickelt in einer Hausarbeit ein Teilsystem des Fahrzeugs, dabei wird jede Komponente nur einmal vergeben. Koordination mit anderen Komponentenverantwortlichen					

liegt in der Verantwortung der Studierenden. Die durchgeführte Entwicklung wird dokumentiert und abschließend nach anfangs definierten Anforderungen bewertet. 3. Präsentation: Nach Fertigstellung der Entwicklung wird die durchgeführte Entwicklung und das Ergebnis vorgestellt und bewertet. 4. Umsetzung: Nach der Entwicklung wird das Fahrzeug gefertigt und mit diesem an den Wettbewerben am Hockenheimring und ähnliches teilgenommen. Die Fertigung und die Eventteilnahme sind dabei optional, vom Team aber erwünscht. Anmerkung: Die Anzahl der Teilnehmer ist auf 30 begrenzt.
Lehrformen / Sprache a) / Deutsch
Prüfungsformen • Hausarbeit 'Entwicklungsprojekt Formula Student - RUB Motorsport' (150 Std., Anteil der Modulnote 100 %, Prüfungsleistung: Schriftliche Dokumentation der eigenen Entwicklung und deren Ergebnis: 100 % Freiwillige Zusatzleistung: Präsentation, ca. 15-minütige Präsentation mit anschließender Diskussion der Ergebnisse (Zusatzleistung geht nicht in die Note ein))
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits
Verwendung des Moduls keine Angabe
Stellenwert der Note für die Endnote Anteil an der Gesamtnote [%] = $6 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
Sonstige Informationen

Fachlabor Energietechnik Specialized Laboratory Energy Technology					
Modul-Nr. 139403-138830	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8./9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Fachlabor Energietechnik			Kontaktzeit a) 2 SWS (30 h)	Selbststudium a) 120 h	Turnus a) jedes Sem.
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Dr.-Ing. David Engelmann a) Prof. Dr.-Ing. V. Scherer, Prof. Dr. Francesca di Mare, Prof. Romuald Skoda, Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch					
Teilnahmevoraussetzungen keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, • sowohl die Funktionsweise, das Anwendungsgebiet als auch die dahinterliegende Physik der in den Versuchen vorgestellten Aufbauten zu erklären • aufgenommen Versuchsdaten auszuwerten und zu prüfen • Versuchsergebnisse aufzubereiten, zu illustrieren und zu präsentieren • sich die Lösung von zu den jeweiligen Versuchen artverwandten Fragestellungen selbstständig zu erarbeiten					
Inhalte a) Die Lehrstühle für Energieanlagen und Energieprozesstechnik (LEAT), Thermische Turbomaschinen und Flugtriebwerke (TTF), Energiesysteme und Energiewirtschaft (EE) sowie Hydraulische Strömungsmaschinen (HSM) bieten jeweils im Winter- und Sommersemester ein Fachlabor für Studierende im Master-Studiengang des Maschinenbaus an. Durch die Teilnahme an 5 Versuchen in einem Semester werden den Studierenden interessante und innovative Techniken des Energiesektors vermittelt. Zum Portfolio gehören u.a. die folgenden Versuche, welche von Sommer- zu Wintersemester wechseln können: • Brennwertbestimmung eines festen Brennstoffes mittels Kalorimeter (LEAT) • Strömungsmessung mit Laser-Doppler-Anemometrie (LEAT) • Experimentelle Bestimmung der Strömungsparameter eines Verdichterprofils (TTF) • Optimal Operation and Sizing of a Residential PV Storage System (EE) (Hinweis: Skript + Literatur sind auf Englisch.) • Kavitation in Kreiselpumpen (HSM) • Numerischer Kreiselpumpenprüfstand (HSM) • Messung der Druckverteilung am NACA-Profil (HSM) • Thermogravimetrische Analyse (LEAT)					
Lehrformen / Sprache a) Praktikum / Deutsch					
Prüfungsformen Anwesenheitspflicht					

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Bestätigung der aktiven Teilnahme und Kenntnisnahme der Regeln in Moodle
- Teilnahme an allen 5 innerhalb eines Semesters angebotenen Versuche
- bestandene Antestate für alle 5 innerhalb eines Semesters angebotenen Versuche
- bestandenes ausführliches Protokoll des ersten zugewiesenen Versuchs
- bestandene Präsentation des zweiten zugewiesenen Versuchs

Verwendung des Moduls

MSc. Maschinenbau

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Interessierte Studierende melden sich 6 Wochen vor Vorlesungsbeginn für das Fachlabor in FlexNow und zusätzlich im dazugehörigen Moodle-Kurs an.

Fachlabor Konstruktions- und Automatisierungstechnik Practical Laboratory Course in Engineering Design and Automation Technology					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
139400	5 LP	150 h	8./9. Sem.	2 Semester	5
Lehrveranstaltungen a) Fachlabor Konstruktions- und Automatisierungstechnik			Kontaktzeit a) 2 SWS (30 h)	Selbststudium a) 120 h	Turnus a) jedes Sem.
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Martin Mönningmann a) Dr.-Ing. Sebastian Leonow					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen <i>English version below</i> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • kennen die Studierenden verschiedene etablierte ingenieurwissenschaftliche Methoden in ihrer praktischen Anwendung und können die dazugehörigen Geräte und Versuchsaufbauten benutzen (s. V1-V6). • können die Studierenden Versuchsprotokolle in Form eines Arbeitsberichtes erstellen. • sind die Studierenden in der Lage, gestellte Aufgaben im Team selbstständig und ohne Unterstützung des Betreuers zu lösen. • verfügen die Studierenden über die Fähigkeit zu vernetztem und wissenschaftlichem Denken, so dass sie dieses auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen und kompetent hierzu (auch in englischer Sprache) kommunizieren können. • sind die Studierenden in der Lage, sich selbst in ihrem Lernprozess zu organisieren, digitale Medien für ihr Studium zu nutzen und sich mit Arbeitsgruppen (auch digital) zu vernetzen. <i>Upon successful completion of the module, students will:</i> • <i>Be familiar with various established engineering methods in their practical application and be able to use the corresponding equipment and experimental setups (see V1-V6).</i> • <i>Be able to create proper documentation of experiments in form of a work report.</i> • <i>Be capable of independently solving assigned tasks within a team without the support of a supervisor.</i> • <i>Possess the ability for interconnected and scientific thinking, allowing them to apply it to concrete and novel problems and communicate competently on these topics (including in English).</i> • <i>Be able to organize their own learning process, utilize digital media for their studies, and connect with workgroups (including digital collaboration).</i>					
Inhalte a) <i>English version below</i> Im Rahmen des Fachlabors Konstruktions- und Automatisierungstechnik müssen die Studierenden im Laufe des Semesters sechs Versuche durchführen. Folgende Versuche werden z.Zt. angeboten:					

V1: Schädigungsbestimmung für beispielhafte Arbeitsspiele eines Raupenbaggers,

V2: Messungen an Schraubverbindungen,

V3: Herstellung und Vermessung eines Evolventenstirnrades,

V4: Programmieren einer NC-Maschine (WS)

SPS-Programmierung einer virtuellen Ampelsteuerung (SS)

V5: Durchflussregelung mit verschiedenen Regelungskonzepten,

V6: Ramanspektroskopie.

Zu jedem Versuch muss ein Gruppenprotokoll erstellt werden und die Ergebnisse des Versuchs müssen dem Betreuer in einem ca. 20-minütigen Vortrag präsentiert werden (ca. 5 Minuten pro Teilnehmer). Die Versuchsunterlagen mit ausformulierten Texten werden bereitgestellt.

As part of the laboratory course in Engineering Design and Automation Technology, students must complete six experiments throughout the semester.

For each experiment, a group report must be prepared, and the results must be presented to the supervisor in a presentation of approximately 20 minutes (about 5 minutes per participant).

The experiment materials, including manuals and scientific background literature, will be provided.

Lehrformen / Sprache

a) Praktikum / Deutsch / Englisch

Prüfungsformen

- Praktikum 'Fachlabor Konstruktions- und Automatisierungstechnik' (12 Mon., Anteil der Modulnote 100 %, 6 Versuche: In jedem Versuch bewertet werden: Vorbereitung der Versuchsunterlagen, Durchführung des Versuchs, Gruppenprotokoll, 20-minütiger Vortrag über die Ergebnisse des Versuchs. Die Modulnote ergibt sich aus dem Mittelwert der Noten der einzelnen Versuche. -- English Version: 6 experiments: Each experiment is graded based on the preparation of experiment materials, execution of the experiment, group report, and a 20-minute presentation on the experiment results. The module grade is determined by the average of the grades from all experiments.)
- Anwesenheitspflicht
- *Mandatory attendance*

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Alle Versuche des Fachlabors sind bestanden.

Passed all experiments

Verwendung des Moduls

MSc. Maschinenbau

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Fachlabor Mechanik Applied Mechanics Laboratory					
Modul-Nr. 128602	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8./9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Fachlabor Mechanik			Kontaktzeit a) 2 SWS (30 h)	Selbststudium a) 120 h	Turnus a) jedes Sem.
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Johanna Waimann a) Dr.-Ing. Ulrich Hoppe					
Teilnahmevoraussetzungen					
Lernziele/Kompetenzen Die Studierenden • lernen wichtige messtechnische Verfahren zur experimentellen Bestimmung mechanischer Größen kennen und anwenden. • sind in der Lage die Experimente in systematischer Weise durchzuführen, zu protokollieren und die Ergebnisse der Messungen auf Plausibilität hin zu untersuchen. • analysieren die Messergebnisse und erarbeiten ein Versuchsprotokoll, dass den Versuchsaufbau, die Versuchsdurchführung und die kritische Versuchsauswertung umfasst. • erarbeiten eine Präsentation, in der sie die Versuchsergebnisse vorstellen, analysieren und kritisch diskutieren. Die Präsentation wird vor der Gruppe vorgetragen.					
Inhalte a) Zurzeit werden im Fachlabor Mechanik folgende Versuche durchgeführt: • Oszillierendes Pendel • Schwingungstilgung • Experimentelle Analyse zweiachsiger Spannungszustände mit Hilfe von Dehnungsmessstreifen • Spannungsoptischer Versuch oder berührungslose optische 3D-Verformungsanalyse • Experimenteller Nachweis von Spannungshypothesen • Charakterisierung und mechanische Untersuchung von Polymerwerkstoffen unter großen Deformationen					
Lehrformen / Sprache a) Praktikum / Deutsch					
Prüfungsformen • Klausur 'Fachlabor Mechanik' (• Die Modulprüfung besteht aus jeweils einem schriftlichen Kolloquium zu jedem Versuch (jeweils ca. 10 Minuten), einer Präsentation der Auswertung zu einem Versuch sowie eines schriftlichen Protokolls zu einem weiteren Versuch. (Anteil an Modulnote 100 %)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Kolloquien, Präsentation und Protokoll müssen mit insgesamt ausreichender Note erbracht werden					
Verwendung des Moduls					

MSc. Maschinenbau

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Fachlabor Strömungsmaschinen Turbomachinery Laboratory					
Modul-Nr. 139408	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8./9. Sem.	Dauer 2 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Fachlabor Strömungsmaschinen			Kontaktzeit a) 2 SWS (30 h)	Selbststudium a) 120 h	Turnus a) jedes Sem.
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Dr.-Ing. David Engelmann a) Prof. Dr.-Ing. V. Scherer, Prof. Dr. Francesca di Mare, Prof. Romuald Skoda					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage, • sowohl die Funktionsweise, das Anwendungsgebiet als auch die dahinterliegende Physik der in den Versuchen vorgestellten Aufbauten zu erklären • aufgenommen Versuchsdaten auszuwerten und zu prüfen • Versuchsergebnisse aufzubereiten, zu illustrieren und zu präsentieren • sich die Lösung von zu den jeweiligen Versuchen artverwandten Fragestellungen selbstständig zu erarbeiten					
Inhalte a) Die Lehrstühle für Energieanlagen und Energieprozesstechnik (LEAT), Thermische Turbomaschinen und Flugtriebwerke (TTF) und Hydraulische Strömungsmaschinen (HSM) bieten jeweils im Winter- und Sommersemester ein Fachlabor für Studierende der Studienrichtung Strömungsmaschinen des Master-Studiengangs Maschinenbau an. Durch die Teilnahme an insgesamt 5 Versuchen, wovon 3 im Sommersemester und 2 im Wintersemester absolviert werden müssen, erhalten die Studierenden Einblick in interessante Experimente aus dem Gebiet der Energietechnik und der Strömungsmaschinen. Zum Portfolio gehören u.a. die folgenden Versuche, welche von Sommer- zu Wintersemester wechseln können: • Kavitation in Kreislumpen (HSM) • Numerischer Kreislumpenprüfstand (HSM) • Experimentelle Bestimmung der Strömungsparameter eines Verdichterprofils (TTF) • Strömungsmessung mit Laser-Doppler-Anemometrie (LEAT) • Messung der Druckverteilung am NACA-Profil (HSM)					
Lehrformen / Sprache a) Praktikum / Deutsch					
Prüfungsformen • Praktikum 'Fachlabor Strömungsmaschinen' (4 Mon., Anteil der Modulnote 100 %, 5 Versuche: Antestat vor dem jeweiligen Versuch; ausführliches Protokoll von einem ersten zugewiesenen Versuch aus dem Portfolio der im Semester angebotenen Versuche (Umfang ca. 15 Seiten, Bearbeitungszeit 3 Wochen ab Versuch); Präsentation von einem zweiten zugewiesenen Versuch aus dem Portfolio der					

im Semester angebotenen Versuche (Umfang ca. 15 Folien, Bearbeitungszeit 3 Wochen ab Versuch (Modulabschlussprüfung: Die Modulnote ergibt sich aus dem Mittelwert der Noten der einzelnen Versuche))

- Anwesenheitspflicht

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Bestätigung der aktiven Teilnahme und Kenntnisnahme der Regeln in Moodle
- Teilnahme an den 2 im Wintersemester angebotenen Versuchen
- Teilnahme an den 3 im Sommersemester angebotenen Versuchen
- bestandene Antestate für alle 5 angebotenen Versuche
- bestandenes ausführliches Protokoll des ersten zugewiesenen Versuchs
- bestandene Präsentation des zweiten zugewiesenen Versuchs

Verwendung des Moduls

MSc. Maschinenbau

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Interessierte Studierende melden sich 6 Wochen vor Vorlesungsbeginn für das Fachlabor in FlexNow und zusätzlich im dazugehörigen Moodle-Kurs an.

Fachlabor Verfahrenstechnik Process Technology Laboratory					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
139404	5 LP	150 h	8./9. Sem.	1 Semester	40
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Fachlabor Verfahrenstechnik			a) 2 SWS (30 h)	a) 120 h	a) jedes Sem.
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Andreas Kilzer a) Dr.-Ing. Stefan Pollak					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Fachlabore im Masterstudium dienen generell dem Erwerb der Fähigkeiten, die für den Einstieg in eine experimentelle (fach-)wissenschaftliche Arbeit notwendig sind. Da die relevanten praktischen Fähigkeiten in hohem Maße vom gewählten Schwerpunkt abhängen, werden fachspezifische Labore angeboten. Im Fachlabor Verfahrenstechnik stehen verfahrenstechnische Grundoperationen und die Gewinnung und Auswertung von Messdaten im Mittelpunkt. Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • praktizieren die Studierenden wissenschaftliches Denken, Lernen und Arbeiten in vertiefter Form. • sind die Studierenden im Bereich ihres Studienschwerpunktes mit den umfassenden ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen vertraut und sind in der Lage diese an fachspezifischen Problemstellungen anzuwenden. • verfügen die Studierenden über praktische handwerkliche Fähigkeiten im Umgang mit messtechnischen Aufbauten und Versuchsanlagen. • präsentieren die Studierenden eigene experimentelle Ergebnisse und beherrschen das Protokollieren und Aufbereiten von Messergebnissen. • sind die Studierenden im Besitz von sowohl disziplinärer als auch interdisziplinärer Methodenkompetenz und können diese situativ angepasst anwenden.					
Inhalte a) Im Fachlabor lernen die Studierenden des Masterstudiengangs Maschinenbau mit der Fachrichtung Energie- und Verfahrenstechnik, Grundoperationen der Verfahrenstechnik und die damit verbundene Mess- und Analysetechnik kennen. Das Labor besteht aus 6 Versuchen, die regelmäßig aktualisiert werden und daher variieren können. Welche Versuche im jeweiligen Semester angeboten werden, hängt von der Verfügbarkeit von Anlagen und Betreuern ab und wird für das jeweilige Semester festgelegt. Die Versuche sind in Sommer- und Wintersemester verschieden. Derzeit mögliche Versuche sind: - Dampfdruck - Particle Image Velocimetry - Blendenströmung - Blasen Säule					

- Viskosimetrie - Schüttguttechnik
- Wärmeübertrager - Dichtemessung
- Wirbelschicht - Sprühtrocknung
- Siedegleichgewicht - Rektifikation

Das Labor wird in Gruppen absolviert. Eine Gruppe besteht idealerweise aus vier Studenten. Alle Versuche müssen anhand des ausgegebenen Skriptes vorbereitet werden. Am Anfang jedes Versuches wird diese Vorbereitung in einer mündlichen Eingangsbefragung überprüft. Als Nachbereitung erstellt jede Gruppe zu jedem Versuch ein Protokoll oder hält eine Präsentation.

Lehrformen / Sprache

a) Praktikum / Deutsch / Englisch

Prüfungsformen

- Praktikum 'Fachlabor Verfahrenstechnik' (6 Mon., Anteil der Modulnote 100 %, Versuchsprotokolle oder Präsentation der Ergebnisse)
- Anwesenheitspflicht - Vorbereitung, Versuchsbeteiligung und Nachbereitung

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Zum Bestehen des Fachlabors müssen alle 6 Versuche bestanden werden. Der Student erhält eine Gesamtnote für alle 6 Protokolle oder Präsentationen.

Präsenz bei allen Versuchen

Verwendung des Moduls

MSc. Maschinenbau

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Fachlabor Werkstoff- und Microengineering					
Experimental Lab Materials and Microengineering					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
139406	5 LP	150 h	8./9. Sem.	1 Semester	3
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Fachlabor Werkstoff- und Microengineering			a) 2 SWS (30 h)	a) 120 h	a) jedes Sem.
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr.-Ing. Alexander Kauffmann					
a) Prof. Dr.-Ing. Alexander Kauffmann, Prof. Dr.-Ing. Sebastian Weber, Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig					
Teilnahmevoraussetzungen					
Für das Fachlabor Werkstoffe gibt es keine formalen Voraussetzungen. Eine erfolgreiche Teilnahme am Fachlabor erfordert aber das Beherrschen der Grundlagen, die in den einführenden Werkstoff-Vorlesungen vermittelt werden.					
Lernziele/Kompetenzen					
- Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen aus ausgewählten aktuellen Bereichen des Gebiets Werkstoff- und Microengineering. Das Fachlabor bringt sie in einem zentralen Thema auf den neuesten Stand moderner Werkstoff-Forschung und zeigt vor allem an Beispielen, wie die modernen experimentellen Methoden (Herstellung, Mikroskopische Analyse, Mechanische Prüfung, Modellierung) der Materialwissenschaft zur Lösung von Werkstoff-Problemen eingesetzt werden. - Die Studierenden erwerben die Fähigkeit komplexe, disziplinenübergreifende Problemstellungen in Werkstoffsystemen (Materialwissenschaft, Physik, Chemie, Kristallographie, Mechanik, Fertigungstechnik) mit geeigneten Methoden lösen. - Sie erwerben die Fähigkeit, relevante und moderne experimentelle Methoden und Verfahren auswählen und anwenden zu können. - Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. Sie erwerben dabei an einem Beispiel vertiefte, interdisziplinäre und generische Methodenkompetenz, die sie auf neue Fragestellungen übertragen können.					
Inhalte					
a) Das Fachlabor vermittelt experimentelle Fähigkeiten, die für die Durchführung von experimentellen wissenschaftlichen Arbeiten notwendig sind. Im Rahmen des Fachpraktikums werden das Präsentieren eigener experimenteller Ergebnisse sowie das Protokollieren und Aufbereiten von Messergebnissen eingeübt. Im Mittelpunkt des Fachlabors steht die Untersuchung von Werkstoffen aus dem Bereich der Struktur- und Funktionswerkstoffe. Es werden bspw. Hochtemperaturwerkstoffe oder Formgedächtnislegierungen betrachtet. Hochtemperaturwerkstoffen kommen in Gasturbinen und Flugtriebwerken, Formgedächtnislegierungen als Aktorwerkstoffe und für pseudoelastische Anwendungen zum Einsatz. In beiden Werkstoffklassen spielt die Mikrostruktur der eingesetzten Werkstoffe die entscheidende Rolle, sie steht deshalb im Zentrum der Lernziele. Diese wird im Fachlabor mittels Rasterelektronenmikroskopie, Transmissionselektronenmikroskopie und durch verschiedene röntgenographische Versuchsmethoden charakterisiert. Die wichtigen Strukturbildungsprozesse, die bei der Herstellung von Hochtemperaturwerkstoffen und von Formgedächtnislegierungen eine Rolle spielen, werden mit der Phasenfeldmethode simuliert. In weiteren Versuchen werden die strukturellen und funktionellen Eigenschaften experimentell ermittelt. Darüber hinaus werden Versuche zu Dünnschichtsystemen					

durchgeführt, die den heute wichtigen Link zwischen der klassischen Werkstofftechnik und den modernen naturwissenschaftlich geprägten Materialwissenschaften herstellen.

Das Fachlabor gliedert sich wie folgt:

- Versuch I: Strukturbildungsprozesse & Rasterelektronenmikroskopie
- Versuch II: Herstellung dünner Schichten mit Hilfe der Fotolithographie
- Versuch III: Physikalische Eigenschaften in Dünnschichtsystemen & röntgenographische Feinstruktur-Untersuchungen
- Versuch IV: Mechanische Eigenschaften
- Versuch V: Mikromechanische Untersuchungen an Gradientensystemen (aus Diffusionspaaren)
- Versuch VI: Transmissionselektronenmikroskopie

Lehrformen / Sprache

a) Praktikum / Deutsch

Prüfungsformen

- Praktikum 'Fachlabor Werkstoff- und Microengineering' (6 Mon.)
- Mündlich 'Fachlabor Werkstoff- und Microengineering' (60 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
- Studienbegleitende Aufgaben (30-minütige schriftliche Tests)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Mündliche Prüfung mit Vortrag
- Alle Versuche des Fachlabors sind erfolgreich bestanden (Studienleistung). Der Nachweis für die Studienleistung erfolgt über 30-minütige schriftliche Tests.

Verwendung des Moduls

MSc. Maschinenbau

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Finite Deformationen und nichtlineare FEM					
Finite Deformations and Nonlinear FEM					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
128402	5 LP	150 h	8. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Finite Deformationen und nichtlineare FEM			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr.-Ing. Johanna Waimann					
a) Dr.-Ing. Ulrich Hoppe					
Teilnahmevoraussetzungen					
Empfohlene Vorkenntnisse:					
Mechanik A + B + C, Höhere Festigkeitslehre					
Lernziele/Kompetenzen					
Die Studierenden können die Mechanik großer Deformationen mathematisch anwenden und sind in der Lage, hyperelastische Materialgesetze für große Dehnungen zu formulieren und zu analysieren. Sie besitzen die nötigen Kenntnisse, um nichtlineare, ingenieurwissenschaftliche Probleme mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode zu lösen und die Lösungen zu validieren.					
Inhalte					
a)					
Die Veranstaltung gliedert sich in die beiden Teilbereiche <i>Finite Deformationen</i> und <i>Nichtlineare FEM</i> , die folgende Inhalte umfassen:					
<u>Finite Deformationen:</u>					
• Kinematik großer Deformationen; nichtlineare Dehnungsmaße; große Rotationen • Statik am verformten System; wahre und nominelle Spannungen; unterschiedliche Spannungstensoren • Prinzip der virtuellen Verschiebungen für endliche Formänderungen; leistungskonjugierte Spannungs- und Dehnungsmaße • Hyperelastische Materialmodelle für große Dehnungen; volumetrische und isochore Zerlegung; Inkompressibilität; Ermittlung der Materialparameter aus Messungen					
<u>Nichtlineare FEM:</u>					
• Diskretisierung des Prinzips der virtuellen Verschiebungen in unterschiedlichen Konfigurationen; geometrisch und materiell nichtlineare Formulierungen • Inkrementelle Verfahren zur Steuerung komplexer Lastpfade • Modifizierte Newtonverfahren zur Lösung nichtlinearen Gleichungssysteme; Tangentialsteifigkeitsmatrix • Pfadverfolgungsalgorithmen und Last-Verschiebungssteuerung zur Lösung von Durchschlags- und Rückschlagproblemen					
Lehrformen / Sprache					
a) Vorlesung (3 SWS) / Übung (1 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen					

- Klausur 'Finite Deformationen und nichtlineare FEM' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %, oder mündliche Prüfung (30 Minuten) Die Prüfungsform wird je nach Teilnehmerzahl am Anfang eines jeden Semesters festgelegt.)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur bzw. mündliche Prüfung

Verwendung des Moduls

MSc Maschinenbau

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Finite Elemente Technologie Finite Element Technology					
Modul-Nr. 128801	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Finite Elemente Technologie			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Johanna Waimann a) Dr.-Ing. Christian Gierden					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der FEM					
Lernziele/Kompetenzen Die Studierenden • erwerben weitergehende Kenntnisse der Finiten-Elemente Methoden, insbesondere hinsichtlich der wesentlichen Fehlerquellen, welche es zu vermeiden gilt • werden in die Lage versetzt, für komplexe Randwertprobleme eigene Software selbst zu entwerfen oder kommerzielle Software kompetent anzuwenden oder zu erweitern.					
Inhalte a) • Galerkin-Verfahren und FEM-Konzepte • Locking, Hourglassing • gemischte Elemente, reduziert-integrierte Elemente • Elemente mit inkompatiblen Moden • mathematische Analyse des Diskretisierungsfehlers • Fehlerschätzer und Fehlerindikatoren • Adaptivität • Aspekte der nichtlinearen FEM • gekoppelte Probleme					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen • Klausur 'Finite Elemente Technologie' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten/ Anteil an der Modulnote 100 %). Die Prüfungsform wird je nach Teilnehmerzahl am Anfang eines jeden Semesters festgelegt.					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur bzw. mündliche Prüfung					
Verwendung des Moduls MSc. Maschinenbau					
Stellenwert der Note für die Endnote					

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Fundamental Aspects of Materials Science and Microengineering					
Fundamental Aspects of Materials Science and Microengineering					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
138520	5 LP	150 h	8. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Fundamental Aspects of Materials Science and Microengineering			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr.-Ing. Alexander Kauffmann a) Prof. Dr. Tong Li, Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig					
Teilnahmevoraussetzungen					
Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen					
The students will learn: • to evaluate the thermodynamic parameters which stabilize solid solutions and which lead to the formation of ordered phases and heterogeneous particle/matrix systems. • to appreciate the role of microstructure in determining functional and structural materials properties in four case studies. • to use the methodology of combinatorial materials research to assess material libraries with the objective to identify new alloy compositions and to invent new materials. They will appreciate the important role of micro engineering in this respect. • to appreciate the applied side of fields like high temperature materials (lifetime of components in high temperature service) and shape memory alloys (acceptance criteria for shape memory actuators and shape memory implants). • that there is plenty of space for improving existing and inventing new materials, and that progress in this area is vital for progressing the field and for technological success in materials science and technology. • to familiarize themselves with the English language, which is used in the academic and technical literature of materials science and microengineering. The lecture will also develop communication skills in English.					
Inhalte					
a) The students will learn to apply basic materials science concepts (elements of microstructure, phase diagrams, diffusion, strength, physical properties) to four material classes, which are in the focus of today's materials research and feature fascinating structural and functional properties: high entropy alloys (HEAs), intermetallic phases (IPs), single crystal Ni-base superalloys (SX) and shape memory alloys (SMAs). These four material classes have quite different microstructures and properties, but these can be understood on the basis of the concept toolbox, which the students have learned in their basic studies. Key materials science concepts from the fields of solid state physics (crystal structures and crystal defects), thermodynamics (thermodynamics of mixtures), kinetics (diffusion) and mechanics (uniaxial testing, fracture mechanics) will be reviewed. Emphasis is placed on the importance of the strong link between elementary					

atomistic, crystallographic, thermodynamic/kinetic and microstructural processes and the functional and structural properties of materials/components on the macro scale. The following subtopics will receive special attention:

- Importance of atoms and electrons in materials engineering and the transition from atoms to alloys and from alloys to components
- Thermodynamic concepts in materials engineering and fundamentals of alloy design (with a special focus on ternary phase diagrams)
- Combinatorial materials research
- Kinetic concepts in materials science and engineering (with a focus on microstructural evolution)
- Basic concepts of solid state phase transformations
- Understanding and application of knowledge to four materials classes: high entropy alloys, intermetallic phases, single crystal superalloys and shape memory alloys
- Acquisition of knowledge about high temperature strength (example: superalloys), fracture mechanics and fatigue (example: shape memory alloys), structure and properties of alloys and compounds (chemistry, crystallography and physical properties) and methods for the invention of new materials (micro engineering and combinatorial materials research)

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung mit Übung / Englisch / Deutsch

Prüfungsformen

- Klausur 'Fundamental Aspects of Materials Science and Microengineering' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Passing the exam

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management
- MSc. Materials Science and Simulation

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Gasdynamics Gasdynamics					
Modul-Nr. 139310	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Gasdynamics			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Romuald Skoda a) Dr.-Ing. Maximilian Paßmann					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Bachelor degree in Mechanical Engineering Fundamental of Fluid Mechanics (Grundlagen der Strömungsmechanik), ideally also Advanced Fluid Mechanics (Fortgeschrittene Strömungsmechanik).					
Lernziele/Kompetenzen After attending this module the student will understand state-of-the-art concepts and methods of gasdynamics and its applications in engineering sciences. The student will be in a position to analyse complex problems by selecting an appropriate approach to solving the problem and by applying well established solution methods. Additionally, the student will have the ability to transfer the learned skills into solving new problems.					
Inhalte a) - Recapitulation of the basic concepts of fluid mechanics and thermodynamics - Conservation laws - Speed of sound and Mach-number - Normal and oblique shock waves - Expansion waves - Lift and drag in supersonic flow - Method of characteristics - Compressible potential flow - Numerical results					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Englisch					
Prüfungsformen Mündlich 'Gasdynamics' (20 Min., Anteil der Modulnote 100 %, Oral exam in English or optionally in German)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Passed module exam: Oral exam					
Verwendung des Moduls MSc. Maschinenbau					

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Manuscripts for lecture and exercise are available in both English and German. Also, the entire module will be made available in German as a video stream via Moodle. Further literature will be recommended during the lecture.

Geothermal Drilling Engineering and Subsurface Technologies					
Geothermal Drilling Engineering and Subsurface Technologies					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
139080	5 LP	150 h	9. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Geothermal Drilling Engineering and Subsurface Technologies			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr. rer. nat. Rolf Bracke a) Prof. Dr. rer. nat. Rolf Bracke					
Teilnahmevoraussetzungen					
Empfohlene Vorkenntnisse: English language skills: "Test of English as a Foreign Language" (TOEFL): the test result in the internet version (iBT) should be at least 80 points, or "International English Language Testing System" (IELTS): minimum overall score "6" ("academic").					
Lernziele/Kompetenzen					
The course provides an introduction to the principles of resource geology, deep drilling technologies, reservoir production and subsurface technologies. Students will learn how to evaluate a resource and propose suitable utilization concepts, plan a drilling project including well design, and select tools and equipment for reservoir production and monitoring. The lecture is accompanied by an exercise with practical examples and two excursions					
Students will be able to:					
• explain resource geology methods and parameters, • define conceptual reservoir models • tell principles of resource management • compute thermal power outputs, • explain the main methods and parameters of drilling technology • develop drilling and production concepts, • calculate casing designs, • describe potential drilling problems, • define the composition of the cost structure of a drilling project • describe reservoir test principles, • calculate production parameters					
Inhalte					
a) • Introduction to subsurface technologies and applications • Geothermal resource characterization: temperature, pressure, and, fluid flow in the geological subsurface + 1 excursion • Geological and mining law act					

- Deep drilling basics (drilling rig, strings, and, bits) + 1 excursion
- Drilling techniques and processes (conventional and advanced drilling technologies);
- Casing design and calculation;
- Drilling fluid/mud system;
- Cementation and well control;
- Health safety and environment;
- Economics and Reporting;
- Well integrity and Logging technologies
- Monitoring techniques
- Reservoir production technologies
- Deep geothermal heat exchangers

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (3 SWS) / Übung (1 SWS) / Englisch

Prüfungsformen

- Klausur 'Geothermal Drilling Engineering and Subsurface Technologies' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
- Semester-accompanying exercises

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Passed final module examination: written exam
- Passed semester-accompanying exercises

Verwendung des Moduls

MSc. Mechanical Engineering

MSc. Geosciences

MSc. Subsurface Engineering

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Geothermal Energy Systems and Downstream Technologies					
Geothermal Energy Systems and Downstream Technologies					
Modul-Nr. 138620	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Geothermal Energy Systems and Downstream Technologies			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. rer. nat. Rolf Bracke a) Prof. Dr. rer. nat. Rolf Bracke					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: English language skills: "Test of English as a Foreign Language" (TOEFL): the test result in the internet version (iBT) should be at least 80 points, or "International English Language Testing System" (IELTS): minimum overall score "6" ("academic").					
Lernziele/Kompetenzen The course provides an introduction to downstream geothermal development, focusing on the direct use of geothermal energy for heating and cooling and/or its conversion to electricity. Students will learn to identify useful geothermal utilization options, understand the thermodynamics of fluid and steam cycles, describe the components and functions of a power plant, and understand how a heat pump works and how to evaluate its efficiency. The course also focuses on the opportunities and challenges of geothermal energy in industrial and agricultural applications and in district heating systems and the basics of economic calculations. The students will be able to specify steps for district heating planning, understand the significance of thermal storage and calculate levelized costs of heat. The lecture is accompanied by an exercise with practical examples: The students will acquire the following skills: • Describe the main technical solutions for direct, indirect and combined electricity and heat production uses • Propose possible applications for available resource temperatures • Describe the interactions of geothermal energy conversion systems: reservoir-well-piping-plant-reinjection • Match the different power plant types and technical applications to corresponding reservoir conditions • Identify the components of heat conversion technologies • Develop technical solutions for given reservoir conditions, and regional or local energy demands • Compare the different cooling energy sources and choose the right cooling system for a site • Name the main elements for transmission and urban underground pipeline systems • Estimate the environmental and social impacts of geothermal projects • Illustrate the phases and cumulative costs at various stages of development					
Inhalte a) • Geothermal energy systems and utilization options					

- Thermodynamics of fluid and steam cycles, fluid mechanics, and heat transfer applied to geothermal energy conversion systems
- Power plant technologies based on flash steam, direct steam, binary conversion systems, and hybrid systems
- Cooling technologies
- Operation principle of heat pumps and thermodynamic reference cycle,
- COP / efficiency evaluation
- Compressors and refrigerants
- District heating networks and industrial and agricultural applications
- Heat storage
- Corrosion and scaling processes
- Social and environmental impacts
- Case studies
- Economics, finance, and risk analysis of a geothermal project

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (3 SWS) / Übung (1 SWS) / Englisch

Prüfungsformen

- Klausur 'Geothermal Energy Systems and Downstream Technologies' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
- Semester-accompanying tasks: exercises

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Passed final module examination: Written exam and module exercises

Verwendung des Moduls

MSc. Mechanical Engineering

M.Sc. Sales Engineering and Product Management

M. Sc. Geosciences

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Grundlagen der Hydraulischen Strömungsmaschinen und Anlagen Basics of Hydraulic Fluidmachinery and Systems					
Modul-Nr. 138140	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Grundlagen der Hydraulischen Strömungsmaschinen und Anlagen			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Romuald Skoda a) Prof. Romuald Skoda					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Thermodynamik, Strömungsmechanik, Grundlagen der Fluidenergiemaschinen, Fortgeschrittene Strömungsmechanik					
Lernziele/Kompetenzen Die Studierenden sind in der Lage, verschiedene Bauarten hydraulischer Strömungsmaschinen zu identifizieren und zu beschreiben. Sie können spezielle Phänomene für strömende Flüssigkeiten (z.B. Kavitation) erläutern und die Energieumsetzung in Maschine und Anlage erklären. Die Studierenden können für gegebene Anlagen, in denen hydraulische Maschinen eingesetzt werden, eine Maschine auswählen. Darüber hinaus wissen die Studierenden, wie man eine hydraulische Maschine konzipiert und entwirft.					
Inhalte a) • Bauarten und Einsatzbereiche • Strömungs- und Thermodynamische Grundlagen • Energieumsetzung in der Maschine und Anlage • Kennlinien und Kennfelder • Berechnung des Schaufelgitters • Betriebsverhalten und Regelung • Kavitation • Ähnlichkeitsbetrachtungen • Auswahl und Auslegung der Maschine • Dreidimensionale Strömungsberechnung					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen • Klausur 'Grundlagen der Hydraulischen Strömungsmaschinen und Anlagen' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
Verwendung des Moduls MSc. Maschinenbau					

Stellenwert der Note für die Endnote
Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$
FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
Sonstige Informationen

Integrierte Hochdruckverfahren Integrated High-Pressure Methods					
Modul-Nr. 137600	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Integrierte Hochdruckverfahren			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünwald a) Dr. rer. nat. Sabine Kareth					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • verstehen die Studierenden industrielle Hochdrucksynthesen (z.B. Polyethylensynthese, Ammoniaksynthese) und deren integrierte Prozessführung. • verstehen die Studierenden Verfahren zur Standardisierung von Lebensmittelprodukten (z.B. Hochdruckextraktion) und moderne Hochdruckverfahren zur Herstellung von Mikropartikelsystemen (z.B. PGSS, CPF, RESS, GAS). • sind die Studierenden in der Lage die thermo- und fluiddynamischen Grundlagen zur Planung und Auslegung von Hochdruck-Prozessen zu benutzen. • können die Studierenden die Verfahren zur Erzeugung von Mikropartikeln in ihrer Anwendbarkeit auf neue Produkte bewerten. • können die Studierenden geeignete Verfahren kombinieren und somit mögliche neue integrierte Hochdruckverfahren entwerfen.					
Inhalte a) In der Vorlesung Integrierte Hochdruckverfahren werden moderne Entwicklungen auf dem Gebiet der Naturstofftechnologie, der Herstellung und Verarbeitung von Polymeren, der Lebensmitteltechnologie und der Pharmazie vorgestellt. Die Vorteile der Anwendung erhöhter Drücke im Rahmen von Gesamtprozessen werden erläutert. Ferner werden spezielle Gesichtspunkte und Randbedingungen der Verfahrensentwicklung vermittelt. Hierzu zählen z.B. die Berücksichtigung der Bedürfnisse des Verbrauchers, der sorgfältige und schonende Umgang mit Ressourcen, betriebliche und volkswirtschaftliche Sicherheitsaspekte und das Verständnis für Entscheidungsabläufe oder Anforderungen hinsichtlich geschlossener Stoffkreisläufe und „life-cycle“ Betrachtungen für die erzeugten Produkte.					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (3 SWS) / Übung (1 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen • Mündlich 'Integrierte Hochdruckverfahren' (30 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung					

Verwendung des Moduls
• MSc. Maschinenbau • MSc. Sales Engineering and Product Management • MSc. Umweltingenieurwesen
Stellenwert der Note für die Endnote
Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
Sonstige Informationen

Introduction to Fluid-Flow Measurement Techniques					
Introduction to Fluid-Flow Measurement Techniques					
Modul-Nr. 138260	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Introduction to Fluid-Flow Measurement Techniques			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Romuald Skoda a) Dr.-Ing. Maximilian Paßmann					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Fundamental of Fluid Mechanics (Grundlagen der Strömungsmechanik), ideally also Advanced Fluid Mechanics (Fortgeschrittene Strömungsmechanik).					
Lernziele/Kompetenzen After attending this module the student will understand state-of-the-art concepts and methods of fluid flow measurement techniques and their applications in engineering sciences. The student will be in a position to select an appropriate measurement technique for a given problem. Through mandatory laboratory exercises the student will gain hands-on experience in setting up the measurement system and performing the measurements. Additionally, the student will have the ability to perform a thorough data analysis of the acquired measurement signals including an analysis of the associated measurement uncertainties.					
Inhalte a) • Introduction / motivation / scope of module • Flow visualization techniques (e.g. Surface flow visualization, tracer based visualization, optical methods: shadowgraphy, schlieren, interferometry) • Pressure measurements (e.g. pressure sensors and transducers, surface pressure measurements, pressure probes) • Velocity measurements (e.g. multi-hole probes, hotwire anemometry, optical methods: Laser-Doppler-Anemometry, Particle-Image-Velocimetry) • Temperature measurements (e.g. thermocouples, resistance thermometers, surface temperature measurements) • Signal-/ Data analysis including error analysis • Test facilities					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen • Mündlich 'Introduction to Fluid-Flow Measurement Techniques' (40 Min., Anteil der Modulnote 100 %, Presentation (20 min) in English plus oral exam (20 min) in English or optionally in German) • Mandatory attendance: Participation in all laboratory exercises.					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits					

- Participation in all laboratory exercises.
- Presentation of allocated laboratory exercise.
- Passed module exam.

Verwendung des Moduls

MSc. Mechanical Engineering

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Manuscripts for lecture and laboratory exercises are available in English. Further literature will be recommended during the lecture.

Introduction to Three-dimensional Materials Characterization Techniques					
Introduction to Three-dimensional Materials Characterization Techniques					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
139100	5 LP	150 h	9. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Introduction to 3D Materials Characterization Techniques			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr. Tong Li a) Prof. Dr. Tong Li					
Teilnahmevoraussetzungen					
Empfohlene Vorkenntnisse: Für die Teilnahme an der Vorlesung sind keine formalen Voraussetzungen zu erfüllen. Grundlagen zum Aufbau fester Stoffe, zu Kristalldefekten und zu den chemischen und mikroskopischen Untersuchungsmethoden werden kurz wiederholt, eventuell muss aus dem Grundlagenbereich ergänzend nachgearbeitet werden.					
Lernziele/Kompetenzen					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • verstehen die Studierenden, wie die wichtigsten Methoden der dreidimensionalen Materialcharakterisierungstechniken funktionieren. • analysieren die Studierenden Probleme eines wissenschaftlichen Projekts. • können die Studierenden, die dreidimensionalen Materialcharakterisierungstechniken anwenden, um wissenschaftliche Fragen im Zusammenhang mit der Materialwissenschaft zu lösen. • entwickeln die Studierenden praktische Fähigkeiten zur Probenvorbereitung und Datenanalyse.					
Inhalte					
a) • 3D-energiedispersive Röntgenspektroskopie • 3D-Feldionenmikroskopie • Atomsonden-Tomographie • Elektronentomographie • Röntgentomographie • Fokussierte Ionenstrahl-Aufteilung / Rasterelektronenmikroskopie					
Lehrformen / Sprache					
a) Seminar / Vorlesung mit Übung / Englisch / Deutsch					
Prüfungsformen					
• Studienbegleitende Aufgaben / Schriftliche Ausarbeitung (Anteil an der Modulnote 100 %)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits					
Bestandene Modulabschlussprüfung: Studienbegleitende Aufgaben					
Verwendung des Moduls					
• MSc. Maschinenbau • MSc. Sales Engineering and Product Management					

- MSc. Materials Science and Simulation

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Kibox: Lösung von Nachhaltigkeits-Challenges durch den Einsatz künstlicher Intelligenz

Kibox: Solving Sustainability Challenges Through Artificial Intelligence

Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
139950	5 LP	150 h	8./9. Sem.	1 Semester	25
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Kibox: Lösung von Nachhaltigkeits-Challenges durch den Einsatz künstlicher Intelligenz			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr. Christian Meske					
a) Prof. Dr. Jens Pöppelbuß, Prof. Dr. Christian Meske					
Teilnahmevoraussetzungen					
Keine Teilnahmevoraussetzungen. Teilnahmebeschränkung: Maximal 25 Teilnehmende. Anmeldemodalitäten werden vor Semesterbeginn bekannt gegeben.					
Empfohlene Vorkenntnisse:					
Keine Vorkenntnisse benötigt, Interesse an Methoden der künstlichen Intelligenz, Erfahrungen mit Python hilfreich und gern gesehen					
Lernziele/Kompetenzen					
Die Studierenden erwerben durch das Absolvieren der Lehrveranstaltung folgende Kompetenzen:					
• Die „Kickbox“-Innovationsmethode erläutern und anwenden, • Beispielhafte Nachhaltigkeits-Challenges identifizieren und analysieren, • Potenziale von KI zur Lösung von Nachhaltigkeits-Challenges identifizieren, • Kreativitätstechniken, Ideation- und Prototyping-Methoden (z. B. aus dem Design Thinking, sowie Lean-Start-Up) sowie Nudging-Elemente für den eigenen Innovationsprozess auswählen und anwenden, • Eigene kreative Ideen präsentieren und testen und mittels Feedbacks überarbeiten, • Ziele definieren, Projekte managen und Meilensteine eigenständig erreichen, • Teamarbeit unter Einsatz von begrenzten Ressourcen koordinieren, • KI-Lösungen prototypisch implementieren, • Unternehmerisches Handeln, • Nachhaltigkeit anhand etablierter Dimensionen (z. B. Triple-Bottom-Line und Corporate Social Responsibility) zur Bewertung eigener Ideen nutzen.					
Inhalte					
a) • Kickbox-Innovationsmethode • Nachhaltigkeit, Nachhaltigkeitsziele und -herausforderungen (z.B. E-Waste-Reduktion im Gesundheitssektor) • Künstliche Intelligenz sowie Nudging-Elemente					
Lehrformen / Sprache					
a) Projekt / Deutsch					
Prüfungsformen					
• Abschlussarbeit 'Abschlusspräsentation (Gruppenleistung)' (15 Min., Anteil der Modulnote 100 %, anschließende Diskussion von 10 Minuten)					

• Abschlussbericht (Gruppenleistung) (unbenotet) • Anwesenheit (Teilnahme an mindestens 60% der Treffen im Plenum)
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits • Abschlussbericht und Abschlusspräsentation bestanden (Präsentationstermin wird am Anfang des Semesters bekanntgegeben) • Präsenz (Teilnahme an mindestens 60% der Treffen im Plenum)
Verwendung des Moduls Nicht-MINT Modul (Master-Studiengang Maschinenbau und Sales Engineering and Product Management)
Stellenwert der Note für die Endnote Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
Sonstige Informationen

Kernkraftwerkstechnik Nuclear Power Plants Engineering					
Modul-Nr. 137130	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Kernkraftwerkstechnik			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Marco K. Koch a) Prof. Dr.-Ing. Marco K. Koch					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Werkstofftechnik, Grundlagen der Thermo- und Fluidodynamik					
Lernziele/Kompetenzen Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der Reaktortypen, innovativer Reaktorkonzepte und die geschlossene Darstellung der Reaktorsicherheit. Sie können exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlichen Forschung sowie die modernsten Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften einschätzen und anwenden. Sie können das entsprechende Fachvokabular interpretieren. Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • lösen Studierende komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen fachübergreifend mit geeigneten Methoden, • differenzieren Studierende Erkenntnisse und übertragen diese auf konkrete und neue Problemstellungen, • validieren Studierende die komplexen ingenieurtechnischen modellierten und gelösten Probleme zu eigenen Ansätzen, • wählen Studierende durch die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken die etablierten Methoden und Verfahren aus und modifizieren diese, • verifizieren Studierende vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenzen.					
Inhalte a) • Klassifizierung der Reaktortypen nach ihren Merkmalen und wirtschaftlich-technischen Einsatzfähigkeit als Kraftwerksreaktoren, • Vorstellung der internationalen Entwicklungen sowie evolutionäre und innovative Reaktorkonzepte, • Beschreibung des konstruktiven Aufbaus des Reaktorkerns und der -kühlkreisläufe sowie die wärmetechnischen Aspekte der einzelnen Reaktortypen, • Diskussion über die Anlagenbereiche außerhalb des eigentlichen Reaktors unter Berücksichtigung der radiologischen und anlagentechnischen Gesichtspunkte, • Erläuterungen der Einrichtungen zu Wechsel und Lagerung der Brennelemente im Rahmen des Brennstoffkreislaufs,					

- Erläuterung der geschlossenen Darstellung der Reaktorsicherheit, die Funktion der verschiedenen Strahlungsbarrieren, insbesondere die Funktion des Containments,
- Diskussion der Sicherheitsforderungen und -maßnahmen.

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (3 SWS) / Übung (1 SWS) / Deutsch

Prüfungsformen

- Klausur 'Kernkraftwerkstechnik' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management
- MSc. Umweltingenieurwesen

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Kontinuumsmechanik Continuum Mechanics					
Modul-Nr. 128012	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Kontinuumsmechanik			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani a) Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Mechanik B, Grundlagen der FEM					
Lernziele/Kompetenzen Die Studierenden • können Deformationen von allgemeinen, dreidimensionalen, verformbaren materiellen Körpern beschreiben • sind in der Lage die inneren Spannungszustände von materiellen Körpern zu beschreiben • verfügen über fundierte Kenntnisse der physikalischen Grundgesetze zur Beschreibung von Festkörpern • können auf Basis dieser Grundsätze geschlossene Gleichungssysteme für die Lösung von thermo-mechanischen Randwertproblemen herleiten					
Inhalte a) • Grundlagen der Tensorrechnung • Kinematische Beziehungen • Deformation und Deformationsgeschwindigkeit • Spannungskonzept • Bilanzgleichungen • Grundlagen der Materialtheorie					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen • Klausur 'Kontinuumsmechanik' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %) oder Mündliche Prüfung (30 Minuten, Anteil der Modulnote 100 %) Die Prüfungsform wird je nach Teilnehmerzahl am Anfang eines jeden Semesters festgelegt.					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits • Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur bzw. mündliche Prüfung					
Verwendung des Moduls • MSc Bauingenieurwesen • MSc Maschinenbau					
Stellenwert der Note für die Endnote					

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Künstliche Intelligenz in Organisationen					
Artificial Intelligence in Organizations					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
139003	10 LP	300 h	8. Sem.	Semester	15
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Künstliche Intelligenz in Organisationen			a) 6 SWS (90 h)	a) 230 h	a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr. Christian Meske					
a) Prof. Dr. Christian Meske					
Teilnahmevoraussetzungen					
Lernziele/Kompetenzen					
1. Grundlagen Künstlicher Intelligenz verstehen - zentrale Funktionsprinzipien unterschiedlicher KI-Typen, einschließlich generativer KI wie ChatGPT, nachvollziehen - die Zielsetzung und methodischen Grundlagen der "Explainable Artificial Intelligence" (XAI) erfassen sowie deren organisationale Relevanz diskutieren 2. Einsatzpotenziale und organisationalen Mehrwert des KI-Einsatzes analysieren - Anwendungsbereiche und Nutzenpotenziale von KI-Systemen in unterschiedlichen organisatorischen Kontexten identifizieren und differenziert beurteilen - die Rolle von KI in Entscheidungsprozessen, insbesondere im Rahmen von Business Intelligence, einordnen 3. Einführung und Interaktion im organisationalen Kontext soziotechnisch gestalten - Einflussfaktoren auf die Akzeptanz und Nutzung von KI-Systemen in Organisationen bewerten sowie soziotechnische Herausforderungen ihrer Implementierung kritisch diskutieren - nutzerzentrierte Interaktionskonzepte für Mensch-KI-Kollaborationen entwickeln und hinsichtlich ihrer soziotechnischen Wirkung bewerten					
Inhalte					
a) Das Modul vermittelt zentrale Grundlagen, Einsatzpotenziale und Gestaltungsfragen Künstlicher Intelligenz (KI) im organisationalen Kontext. Im ersten Schritt werden Funktionsprinzipien unterschiedlicher KI-Typen eingeführt, darunter auch generative Systeme wie ChatGPT. Ergänzend wird die Forschungsrichtung der "Explainable Artificial Intelligence" (XAI) behandelt. Die Studierenden lernen, deren methodische Grundlagen zu verstehen, sowie ihre Bedeutung für organisationale Anforderungen wie Transparenz und Nachvollziehbarkeit zu analysieren. Darauf aufbauend werden Potenziale des KI-Einsatzes in Organisationen systematisch erschlossen. Anhand verschiedener Anwendungsfelder reflektieren die Studierenden differenziert den möglichen Mehrwert von KI-Systemen, u.a. auch mit Blick auf KI-basierte Entscheidungsunterstützung und Business Intelligence. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der soziotechnischen Gestaltung von KI-Einführung und Mensch-KI-Interaktion. Die Studierenden analysieren zentrale Einflussfaktoren auf Akzeptanz und Nutzung von KI-Systemen in Organisationen und diskutieren kritisch die damit verbundenen Herausforderungen. Abschließend werden sie in die Lage versetzt,					

nutzerzentrierte Interaktionskonzepte für Mensch-KI-Kollaborationen zu entwerfen und diese mit Blick auf ihre soziotechnische Wirkung im organisationalen Umfeld zu bewerten.

Lehrformen / Sprache

a) Blockseminar / Deutsch

Prüfungsformen

- studienbegleitende Aufgaben: Mitgestaltung einer Coachingsitzung z. B. durch eine Präsentation, die Anleitung zu Übungen, Moderation des Erfahrungsaustauschs
- Hausarbeit (Anteil an Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Bestandene studienbegleitende Aufgaben: Mitgestaltung einer Coachingsitzung z. B. durch eine Präsentation, die Anleitung zu Übungen, Moderation des Erfahrungsaustauschs
- Bestandene Modulabschlussprüfung: Hausarbeit

Verwendung des Moduls

MSc. Maschinenbau

MSc. Sales Engineering and Product Management

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $10 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Die Veranstaltung ist teilnehmerbeschränkt, die Anmeldung erfolgt direkt beim Lehrenden

a.neumann@rub.de nicht in FlexNow. Weitere Informationen finden Sie unter folgendem Link: <https://www.iaw.ruhr-uni-bochum.de/studierende/modultermine/>

Laserfertigungstechnik Laser Materials Processing					
Modul-Nr. 138030	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Laserfertigungstechnik			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Andreas Ostendorf a) Prof. Dr.-Ing. Cemal Esen					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • sind die Studierenden in der Lage, die physikalischen Grundlagen der Lasertechnik nachzuvollziehen. • können die Studierenden die Wechselwirkung von Strahlung und Materie sowie die physikalischen Gesetzmäßigkeiten erklären • kennen die Studierenden die Anwendungsgebiete der Lasertechnik in der industriellen Fertigung und können die verschiedenen Prozesse verstehen und theoretisch anwenden • sind die Studierenden in der Lage die unterschiedlichen Laserstrahlquellen hinsichtlich ihres physikalischen Wirkprinzips zu unterscheiden und für eine konkrete Aufgabenstellung anhand einer Bewertung eine Auswahl des passenden Verfahrens und der richtigen Strahlquelle zu treffen. • erwerben die Studierenden die Fertigkeit, einen Lösungsansatz für eine Bearbeitungsaufgabe zu finden und die Anwendbarkeit eines Laserfertigungsverfahrens kritisch zu hinterfragen einschließlich einer betriebswirtschaftlichen Analyse					
Inhalte a) • Grundlagen der Lasertechnik • Laserstrahlquellen für die Fertigungstechnik: Festkörper- (Faser- und Scheiben), CO₂-, Excimer- und Diodenlaser • Strahlführungs- und -formungssysteme, Lasersystemtechnik für die Strahlbewegung und Strahlkontrolle, Analyse der Lasereigenschaften • Wechselwirkung von Strahlung mit Materie, Materialeigenschaften • Laserbasierte Fertigungsverfahren: Trennen, Fügen, Beschriften/Markieren, Oberflächenbehandlung, generative Fertigung • Qualitätssicherung und wirtschaftliche Aspekte der Lasermaterialbearbeitung • Lasersicherheit					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung mit Übung / Deutsch					
Prüfungsformen • Mündlich 'Laserfertigungstechnik' (30 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits	
Bestandene Modulabschlussprüfung: Mündliche Prüfung	
Verwendung des Moduls	
• MSc. Maschinenbau • MSc. Sales Engineering and Product Management	
Stellenwert der Note für die Endnote	
Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.	
Sonstige Informationen	

Lasermedizintechnik Laser Medical Technology					
Modul-Nr. 137560	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Lasermedizintechnik			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Andreas Ostendorf a) Prof. Dr.-Ing. Cemal Esen					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • sind die Studierenden in der Lage, die physikalischen Grundlagen der Lasertechnik nachzuvollziehen. • können die Studierende die Wechselwirkung von Strahlung und Gewebe sowie die physikalischen und biologischen Gesetzmäßigkeiten erklären • erwerben die Studierenden einen Überblick über die diagnostischen und therapeutischen Laserverfahren in der Medizintechnik und können die verschiedenen Prozesse beschreiben und vergleichen. • sind die Studierenden in der Lage, die unterschiedlichen Laserstrahlquellen hinsichtlich ihres physikalischen Wirkprinzips zu unterscheiden und für eine konkrete Aufgabenstellung anhand einer Bewertung eine Auswahl des passenden Verfahrens und der richtigen Strahlquelle zu treffen. • erwerben die Studierenden die Fertigkeit, die erworbenen Kenntnisse auf klinische Problemstellungen zu übertragen und zu bewerten.					
Inhalte a) • Grundlagen der Lasertechnik • Laserstrahlquellen für die Medizintechnik: Festkörper- (Faser-, Scheiben- und Ultrakurzpulslaser)-, CO₂-, Excimer- und Diodenlaser • Strahlführungs- und -formungssysteme, Lasersystemtechnik für die Strahlbewegung und Strahlkontrolle, Analyse der Lasereigenschaften • Wechselwirkung von Strahlung mit Gewebe, Gewebeeigenschaften • Diagnostik mit Laserstrahlung • Laserbasierte Therapieverfahren in der Dermatologie, Zahnmedizin und Augenheilkunde (Vorlesungen werden von Medizinern gehalten) • Laserverfahren für medizinische Produkte • Lasersicherheit					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (3 SWS) / Übung (1 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen					

- Mündlich 'Lasermedizintechnik' (30 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Mündliche Prüfung

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Lasermesstechnik Laser Metrology					
Modul-Nr. 137030	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Lasermesstechnik			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Andreas Ostendorf a) Dr. Thomas Weigel					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • sind die Studierenden in der Lage, die physikalischen Grundlagen der verschiedenen Lasermessverfahren nachzuvollziehen. • erwerben die Studierenden das Verständnis der grundlegenden Beschreibung elektromagnetischer Strahlung und sind in der Lage eigenständig Aufgaben rechnerisch zu lösen. • haben die Studierenden einen Überblick über die verschiedenen Lasermessverfahren und sind in der Lage, diese hinsichtlich ihres physikalischen Wirkprinzips zu beschreiben und zu vergleichen. • erwerben die Studierenden die Fertigkeit, die erworbenen Kenntnisse auf praktische Problemstellungen zu übertragen und zu bewerten.					
Inhalte a) Zu Beginn der Vorlesung Lasermesstechnik werden die physikalisch-theoretischen Grundlagen der Ausbreitung elektromagnetischer Strahlung vermittelt. Darauf aufbauend werden laserbasierte Messverfahren systematisch in amplituden-, phasen- und polarisationsbasierte Verfahren eingeordnet. Ein Schwerpunkt bilden Phasenmessverfahren, die sowohl interferometrische Methoden (u. a. Holografie- und Speckleverfahren) als auch spektroskopische Messverfahren umfassen. Polarisierungseffekte werden als weiterer Messzugang behandelt. Neben dem grundlegenden Messaufbau liegt ein besonderer Fokus auf der Auswertung der Messdaten, der modellbasierten Rückführung auf physikalische Größen sowie der Betrachtung von Messunsicherheiten.					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (3 SWS) / Übung (1 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen • Mündlich 'Lasermesstechnik' (30 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Mündliche Prüfung					
Verwendung des Moduls keine Angabe					
Stellenwert der Note für die Endnote					

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Lasertechnik Laser Technology					
Modul-Nr. 136520	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Lasertechnik			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Andreas Ostendorf a) Dr. Thomas Weigel					
Teilnahmevoraussetzungen					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • sind die Studierenden in der Lage die optischen Grundlagen zum Verständnis eines Lasers zu erfassen und • die physikalischen Grundlagen eines Lasersystems zu verstehen. • erwerben die Studierenden einen Überblick über die unterschiedlichen Laserstrahlquellen und sind in der Lage diese hinsichtlich ihres physikalischen Wirkprinzips zu beschreiben und zu vergleichen.					
Inhalte a) • Grundlegende physikalische Beschreibungen der Wechselwirkung von Licht mit Materie • mathematisch-physikalische Beschreibung der Strahlungsbilanz in einem Laser • Wellenoptische Grundlagen • Wirkungsweise optischer Resonatoren • Wirkprinzipien unterschiedlicher Lasertypen (Festkörper-, Faser-, Gas-, Halbleiterlaser)					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (3 SWS) / Übung (1 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen • Mündlich 'Lasertechnik' (30 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Mündliche Prüfung					
Verwendung des Moduls keine Angabe					
Stellenwert der Note für die Endnote $\text{Anteil an der Gesamtnote [\%]} = 5 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.					
Sonstige Informationen					

Luftqualität Air Quality					
Modul-Nr. 139230	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Luftqualität			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Marcus Petermann a) Dr.-Ing. Stefan Pollak					
Teilnahmevoraussetzungen					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • sind die Studierenden mit den Fachtermini der Luftqualität und denen der angrenzenden Disziplinen vertraut. • verstehen die Studierenden die technischen Funktionsprinzipien sowohl der Luftreinigung als auch der Messtechnik von Luftschadstoffen und können diese auf Beispiele anwenden. • sind die Studenten in der Lage, eine Messreihe sinnvoll zu planen, vorzubereiten, auszuführen und die Ergebnisse zu bewerten und darzustellen. • beherrschen die Studierenden das Protokollieren und Aufbereiten von Messergebnissen. Sie können eigene experimentelle Ergebnisse präsentieren und wissenschaftlich diskutieren.					
Inhalte a) Im Kampf gegen die Umweltverschmutzung stehen die Reinhaltung der Luft und Erhaltung einer guten Luftqualität mehr denn je im Fokus des Interesses. Verschmutzte Luft wirkt sich in vielfältiger Weise auf die menschliche Gesundheit, die Ökosysteme und Materialien aus. Das Seminar „Luftqualität“ soll diese Komplexität an Zusammenhängen darstellen und analysieren. Hierfür wird zunächst das Medium Luft betrachtet und dessen Bedeutung für anderen Disziplinen besprochen. Berechnungen von relevanten Parametern, verschiedene Luftschadstoffe und Atemgifte werden ebenfalls behandelt. Anschließend werden sowohl medizinische Grundlagen zum Aufbau und Funktion der Lunge als auch Krankheiten, resultierend aus einer vermehrten Exposition mit Luftschadstoffen, erörtert. Einen Schwerpunkt des Seminars bilden die verschiedenen Arten von Luftfiltern sowie die technischen Aspekte der Luftfilterung an sich. Ergänzt wird das Seminar durch Exkurse z.B. zu Prüfstäuben und Transportprozessen in der Atmosphäre. Die Veranstaltung „Luftqualität“ ist in zwei Teile gegliedert: Teil 1: Die erste Hälfte des Semesters findet im Format einer Vorlesung statt. In diesem Zeitraum wird mit den Studenten ein Thema vereinbart, das in Kleingruppen erarbeitet werden muss. Dieses Thema kann praktische Arbeiten, z.B. das Erfassen von Messwerten, enthalten. Teil 2:					

Die zweite Hälfte der Veranstaltung wird als Seminar gestaltet. Die Studierenden präsentieren ihr Forschungsthema und ihre Ergebnisse ihren Kommilitonen. Die Ergebnisse werden anschließend im Plenum wissenschaftlich diskutiert.

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch

Prüfungsformen

- Mündlich 'Luftqualität' (45 Min., Anteil der Modulnote 100 %, in Form einer Präsentation eines Forschungsthemas im Bereich „Luftqualität“ (Anteil an der Modulnote 100 %))

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Mündliche Prüfung

Verwendung des Moduls

MSc. Umweltingenieurwesen

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Die Teilnehmerzahl ist begrenzt, die Anmeldung findet in der ersten Vorlesung statt.

MEMS & Nanotechnologie MEMS & Nanotechnology					
Modul-Nr. 138510	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) MEMS & Nanotechnologie			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig a) Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden keine formalen Teilnahmevoraussetzungen gemacht. Die Vorlesung baut aber auf Grundlagenvorlesungen im Bereich Werkstoffe und Microengineering auf.					
Lernziele/Kompetenzen • Die Studierenden verstehen die Konzepte, Fertigungsverfahren und kennen die Werkstoffe und Besonderheiten von mikrofluidischen Mikrosystemen und BioMEMS. • Die Studierenden kennen und verstehen die Konzepte und Fertigungsverfahren von Nanomaterialien und Nanosystemen. • Sie können Nanoobjekte unterscheiden und können Charakterisierungsmethoden für die unterschiedlichen Nanoobjekte bewerten. • Sie können Prozessabläufe für die Entwicklung von Mikro- und Nanosystemen entwerfen. • Im Rahmen der Übungen praktizieren die Studierenden wissenschaftliches Lernen und Denken und übertragen die Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen.					
Inhalte a) Das Modul MEMS & Nanotechnologie vermittelt vertiefte Kenntnisse über den Einsatz von Mikrosystemen in aktuellen Gebieten der Ingenieurtechnik und der biomedizinischen Technik sowie über die Konzepte, Methoden und Werkstoffe der Nanotechnologie. • Einführung in aktuelle Gebiete der wissenschaftlichen Forschung in unterschiedlichen Bereichen des Micro-Engineering (MEMS, BioMEMS) mit besonderem Blick auf die ingenieurgemäße Umsetzung der Ergebnisse in technische und biomedizintechnische Anwendungen • Überblick zu Konzepten und Technologien des Micro-Engineering • Schnittmengen zwischen Technik und Biologie (Biosensorik, Bionik, Biomimetik) • Relevante Grundlagen der Biologie und der biomedizinischen Technik • Konzepte der Nanotechnologie (u.a. "bottom up", "top down") • Methoden zur Herstellung und Charakterisierung nanoskaliger Systeme • Nanoskalige Werkstoffe (z.B. Carbon Nanotubes, Nanopartikel) • Nanostrukturierte Oberflächen (z.B. mittels GLAD hergestellte Nanosäulen) • Anwendungen aus dem Bereich Nanotechnologie					
Lehrformen / Sprache a) Inverted Classroom / Deutsch					

Prüfungsformen • Klausur 'MEMS & Nanotechnologie' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
Verwendung des Moduls • MSc. Maschinenbau • MSc. Sales Engineering and Product Management
Stellenwert der Note für die Endnote Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
Sonstige Informationen

Management und Organisation von Arbeit					
Management and Organization of Labour					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
138162	5 LP	150 h	9. Sem.	2 Semester	20
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Management und Organisation von Arbeit (Teil a)			a) 2 SWS (30 h)	a) 60 h	a) jedes WiSe
b) Management und Organisation von Arbeit (Teil b)			b) 2 SWS (30 h)	b) 30 h	b) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter					
a) Dr.-Ing. Christopher Prinz					
b) Dr. Fabian Hoose					
Teilnahmevoraussetzungen					
keine					
Lernziele/Kompetenzen					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls kennen Studierende vertiefte ingenieur- und sozialwissenschaftliche Grundlagen im Bereich des Managements und Organisation von Arbeit. Außerdem haben die Studierenden gelernt Informationsbedarfe zu erkennen und wissenschaftliche Informationsquellen herauszusuchen. Des Weiteren kennen Studierende im Bereich der Erwerbstätigkeit, der Wandlungsfähigkeit von Produktionssystemen, des Change-Management, der Führung von Personal und des Lean Managements exemplarisch den Stand ingenieur- und sozialwissenschaftlicher Forschung und können ihn auf betriebliche Situationen übertragen. Auch kennen Studierende betrieblich mitbestimmungspflichtige Aspekte und können die Einhaltung und Anwendung im Unternehmen bewerten. Darüber hinaus können sich Studierende nach dem Modul mit anderen Fachbereichen vernetzen und kritische Inhalte sachlich miteinander diskutieren. Sie können disziplinübergreifende Inhalte aus nicht technischen Bereichen reflektieren und diese verantwortungsbewusst bei den Projektarbeiten in Zusammenarbeit mit den Unternehmen einsetzen. Sie haben durch die Projektarbeiten auch gelernt effektiv und effizient in Teams zu kommunizieren, zu diskutieren und ihre Arbeiten im Anschluss zu präsentieren.					
Inhalte					
a)					
Die Wandlungsfähigkeit der Beschäftigten nimmt zunehmend die Rolle einer Schlüsselqualifikation in der Erwerbsarbeit ein. Vor dem Hintergrund sich wandelnder Arbeitsbeziehungen in einer zunehmend komplexeren, globalisierten Arbeitswelt werden Basiskonzepte der Arbeitsbeziehungen vorgestellt. Betriebsverfassung, Tarifvertragswesen und transnationale Arbeitsbeziehungen werden jeweils hinsichtlich ihrer Strukturen, Akteure und zentralen Handlungsfelder erarbeitet. Zudem werden neue Formen von Organisation, Management und Führung aufgezeigt und diskutiert. Es handelt sich um eine praxisorientierte Vorlesung, die gemeinsam von der Fakultät für Sozialwissenschaft, der Gemeinsamen Arbeitsstelle RUB/IGM und dem Lehrstuhl für Produktionssysteme für Studierende des Studiengangs Maschinenbau und SEPM angeboten wird.					
b)					
Durchführung eines praxisorientierten Projektes in Unternehmen (Diskussionen ausgewählter aktueller Problemfelder mit Arbeitgeber-/Arbeitnehmervertretern).					

Die im Rahmen des ersten Teils (Teil a) erarbeiteten Basiskonzepte werden im zweiten Teil anhand praktischer Beispiele - in Form von Diskussionen mit Arbeitgeber- und Arbeitnehmervertretern sowie Betriebsexkursionen und Betriebsprojekten - konkretisiert, veranschaulicht und vertieft. Hierzu muss über das SoSe eine 25 seitige Hausarbeit angefertigt sowie eine Abschlusspräsentation gehalten werden.

Lehrformen / Sprache

- a) Vorlesung (1 SWS) / Übung (1 SWS) / Deutsch
b) Projekt / Deutsch

Prüfungsformen

- Anwesenheitspflicht: Teilnahme an der Blockvorlesung
- Projektarbeit (Anteil an Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Projektarbeit
- Anwesenheit bei der Blockvorlesung

Verwendung des Moduls

Das Modul ist als interdisziplinäres Modul sowohl in den Ingenieurwissenschaften als auch Sozialwissenschaften wählbar.

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Maschinen für die Energiewende Machines for the Energy Transition					
Modul-Nr. 138980	Credits 3 LP	Workload 90 h	Semester 8 Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Maschinen für die Energiewende			Kontaktzeit a) 2 SWS (30 h)	Selbststudium a) 60 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. Francesca di Mare a) Dr.-Ing. Thomas Polklas					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Turbomaschinen, Thermodynamik, Energiewirtschaft					
Lernziele/Kompetenzen Nach Teilnahme an dem Modul kennen die Studierenden den Status der Energiewende in Deutschland / Europa / Weltweit. Sie verstehen die komplexen Zusammenhänge zwischen volatiler Stromerzeugung aus erneuerbaren Energiequellen und dem kontinuierlichen Bedarf von industriellen Prozessen und können diese interpretieren. Die Studierenden erkennen Schlüsselkomponenten in industriellen Prozessen und können Problemstellungen fachübergreifend mit geeigneten Methoden lösen. Sie haben die Fähigkeit zu kritischem, konstruktivem und vernetztem Denken erweitert und können etablierte und innovative Methoden auswählen und einsetzen.					
Inhalte a) Die Vorlesung vermittelt einen anwendungsorientierten Überblick über den Einsatz von Turbomaschinen in einer defossilisierten Industrie und Energieversorgung. • Turbomaschinen in Energiespeicher-Systemen • Turbomaschinen in Industrieprozessen für CO₂-Nutzung • Verdichter für CCS und CCU-Anwendungen • Power-to-X Anwendungen • Wasserstoff als Energieträger und Strömungsmedium in Turbomaschinen					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen • Klausur 'Maschinen für die Energiewende' (60 Min., Anteil der Modulnote 100 %, Ab einer Teilnehmerzahl ≤ 10 kann die Prüfung mündlich durchgeführt werden)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits • Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur • Vortrag zu einem energiespezifischen Thema					
Verwendung des Moduls					

keine Angabe

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $3 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Masterarbeit Master's Thesis					
Modul-Nr.	Credits 30 LP	Workload 900 h	Semester 3. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Masterarbeit			Kontaktzeit	Selbststudium a) 900 h	Turnus a) jedes Sem.
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Andreas Kilzer a) Prof. Dr.-Ing. Andreas Kilzer					
Teilnahmevoraussetzungen Pflicht-, Wahlpflicht und Wahlmodule im Umfang von mindestens 50 LP (maximal 40 LP fehlen noch für einen erfolgreichen Studienabschluss) aus dem Master-Studiengang und ggf. bei der Zulassung erteilte Auflagen müssen bestanden sein.					
Lernziele/Kompetenzen Die Masterarbeit soll zeigen, dass die Kandidatin bzw. der Kandidat in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist ein anspruchsvolles Problem des Maschinenbaus selbstständig mit wissenschaftlichen Methoden zu bearbeiten. Die Masterarbeit verfolgt die folgenden übergeordneten Zielsetzungen: • Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung. • Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften/des Maschinenbaus und kennen Anwendungsbeispiele. • Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen. • Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete maschinenbauliche/ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen übertragen. • Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. • Die Studierenden verfügen über erweiterte ausbildungsrelevante Sozialkompetenzen, mit besonderem Fokus auf Selbständigkeit und Eigeninitiative					
Inhalte a) Verschiedene Themenstellungen aus dem Master-Studium, typischerweise in Anlehnung an den gewählten Schwerpunkt bzw. an die Forschungsgebiete der betreuenden Hochschullehrerin bzw. des betreuenden Hochschullehrers. Aufgabenstellungen werden stets von Hochschullehrern formuliert und sollen den wissenschaftlichen Anspruch des Studiums widerspiegeln; ggf. können Themenvorschläge von Studierenden berücksichtigt werden. Bearbeitet werden können sowohl theoretische als auch experimentelle Aufgaben.					
Lehrformen / Sprache a) Abschlussarbeit / Deutsch / Englisch					
Prüfungsformen • Abschlussarbeit 'Masterarbeit' (900 Std., Anteil der Modulnote 100 %)					

- Zwischen- oder Abschlusspräsentation (ca. 30 Minuten)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Abschlussarbeit
- Bestandene Zwischen- oder Abschlusspräsentation

Verwendung des Moduls

MSc. Maschinenbau

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $30 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Die Masterarbeit kann auch in englischer Sprache verfasst werden.

Materials for Aerospace Applications Materials for Aerospace Applications					
Modul-Nr. 137017	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Materials for Aerospace Applications			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Dr.-Ing. Marion Bartsch a) Dr.-Ing. Marion Bartsch					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: recommended are basics in materials science and solid mechanics and english skills B1					
Lernziele/Kompetenzen After successful completion of the module students can - recapitulate which high performance materials and material systems are used for aerospace applications, how they are manufactured, and which microscopic mechanisms control their properties - explain and apply procedures for selecting and developing material systems for aerospace components, considering the specific requirements - decide which characterization and test methods to apply for qualifying materials and joints for aerospace applications and know how lifetime assessment concepts work - draft work flows from data acquisition to certification of aerospace components - communicate, using technical terms in the field of aerospace engineering in English					
Inhalte a) The substantial requirements on materials for aerospace applications are „light and reliable“, in most cases for extreme service conditions. Therefore, specially designed materials and material systems are in use. Manufacturing technologies and characterization methods for qualifying materials and joints for aerospace applications will be discussed. Topics are: - loading conditions for components of air- and space crafts (structures and engines) - selecting and developing materials and material systems for service conditions in aerospace applications (e.g. aero-engines, rocket engines, thermal protection shields for reentry vehicles, light weight structures for airframes, wings, and satellites) - degradation and damage mechanisms of aerospace material systems in service - characterization and testing of materials and joints for aerospace applications - concepts and methods for lifetime assessment - data handling from acquisition to certification of aerospace components					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung mit Übung / Englisch / Deutsch					
Prüfungsformen Klausur 'Materials for Aerospace Applications' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits					

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

script in English, additional literature announced during lecture

Mikrostrukturinformatik: Digitale Mikroskopie und Computer Vision Microstructure Informatics: Digital Microscopy and Computer Vision					
Modul-Nr. 139210	Credits 2 LP	Workload 60 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Mikrostrukturinformatik: Digitale Mikroskopie und Computer Vision			Kontaktzeit a) 2 SWS (30 h)	Selbststudium a) 30 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Alexander Kauffmann a) Dr.-Ing. Pascal Thome					
Teilnahmevoraussetzungen keine					
Lernziele/Kompetenzen - Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis über die Funktionsweise gängiger Mikroskopieverfahren (Fokus: Lichtmikroskopie, Rasterelektronenmikroskopie) erlangt und sind in der Lage verschiedene Kontrastarten zu interpretieren. - Die Studierenden kennen grundlegende Methoden der Stereologie und Morphometrie und sind in der Lage diese Prinzipien für Gefügaufnahmen anzuwenden. - Die Studierenden sind in der Lage eigene Algorithmen zu entwickeln, um relevante Kenngrößen aus Mikrostrukturaufnahmen mittels klassischer Methoden automatisiert zu extrahieren. - Die Studierenden erhalten einen Einblick in die modernen Methoden der Computer Vision Technologie bezüglich Machine Learning, Deep Learning, Künstliche Intelligenz und künstliche neuronale Netze. - Die Studierenden sind in der Lage geeignete Trainingsdatensätze zu generieren, um moderne Machine-Learning Verfahren so zu trainieren, dass sie relevante Objekte der Mikrostruktur detektieren können. - Die Studierenden erlangen ein vertieftes Verständnis über die orientierungsabbildende Mikroskopie (OIM, EBSD) und können den Informationsgehalt solcher Datensätze interpretieren. - Die Studierenden können verschiedene Parameter aus EBSD Datensätzen extrahieren und visualisieren. - Die Studierenden bekommen einen Überblick über fortschrittliche Ansätze der EBSD Methodik (z.B. HR-EBSD) und verstehen, welche neuen Analysemöglichkeiten dadurch erschlossen werden können.					
Inhalte a) Für Forschungs- und Entwicklungsarbeiten im Bereich der Materialwissenschaft stellt die Mikrostruktur eine der wichtigsten Quellen für den Erkenntnisgewinn dar. Mikroskopieverfahren gehören somit zu den relevantesten Analysemethoden der Werkstoffwissenschaft. Die Funktionsweisen und Fähigkeiten der Mikroskope haben sich im Laufe der Zeit drastisch weiterentwickelt. Aktuelle Mikroskope arbeiten vollständig digital. Die digitalen Daten können nun algorithmisch ausgewertet werden, um tiefliegende Eigenschaften der Mikrostruktur quantitativ zu erfassen. Klassische Bildfilter, wie z.B. Bildglättung, Frequenzfilter, Kantendetektion, Binarisierung, etc. ermöglichen eine automatische Gefügecharakterisierung für einfachere Anwendungsfälle. Schwierigere Anwendungsfälle können heute mit modernen Methoden der Computer Vision Technologie (Machine Learning, Neuronale Netze) bearbeitet werden. Den Studierenden wird die Funktionsweise moderner Mikroskope nähergebracht. Anhand praxisnaher Beispiele und Übungen sammeln die Studierenden Erfahrungen zur automatischen Gefügeanalyse. Ein konkretes Anwendungsbeispiel soll von					

den Studierenden selbst erarbeitet und im Rahmen der Prüfung präsentiert werden. Ein anderer Bereich der modernen Gefügecharakterisierung stellt die quantitative Mikroskopie dar, so z.B. die orientierungsabbildende Mikroskopie (EBSD). Dabei werden hochdimensionale Datensätze generiert, die auf vielfache Weise weitergehend untersucht werden können. Die Studierenden lernen die Funktionsweise der EBSD-Methodik und erlangen außerdem ein tiefgreifendes Verständnis über den Aufbau der dabei erzeugten Daten und erlernen Möglichkeiten, diese selbstständig weitergehend zu analysieren.

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (2 SWS) / Deutsch

Prüfungsformen

- Mündlich 'Mikrostrukturinformatik: Digitale Mikroskopie und Computer Vision' (30 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
- Präsentation: Vorstellung des Anwendungsbeispiels, 15 Min

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Mündliche Prüfung

Verwendung des Moduls

keine Angabe

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $2 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Vorlesungsbegleitende Literatur wird bekannt gegeben

Modellierung und Entwurf dynamischer Systeme					
Modelling and Design of Dynamic Systems					
Modul-Nr. 139070	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Modellierung und Entwurf dynamischer Systeme			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Martin Mönnigmann a) Dr.-Ing. Sebastian Leonow					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Vorherige erfolgreiche Teilnahme an den regelungstechnischen Fächern des BSC Maschinenbau (Grundlagen der Regelungstechnik und Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik) wird empfohlen.					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • können die Studierenden Systeme klassifizieren, Teilsysteme ableiten und optimale Systemgrenzen und -schnittstellen für die Ableitung von Modellen konstruieren. • können die Studierenden analytisch deduktive, dynamische Modelle (white-box-Modelle) mechanischer, thermodynamischer, fluiddynamischer und elektrischer Systeme unter Nutzung aktueller Methoden und Erkenntnisse entwickeln und verifizieren. Die Studierenden können Entwurfs- und Auswahlkriterien für den fachübergreifenden Systementwurf erstellen und Analogien zwischen den Teilbereichen ableiten. • können die Studierenden empirisch induktive Modellierungsmethoden (black-box Modelle) an konkreten Beispielen anwenden, prüfen und verifizieren. • können die Studierenden numerische Lösungsmethoden für Differentialgleichungen auswählen und neue Methoden erarbeiten, sowie die Analogrechnerlösung eines Systems erstellen, numerische Stabilität prüfen und numerische Fehler bewerten. • sind die Studierenden in der Lage, Zustandsbeobachter und Parameterschätzer zu entwerfen und deren Genauigkeit zu bewerten. • verfügen die Studierenden über die Fähigkeit zu vernetztem und wissenschaftlichem Denken, so dass sie dieses auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen und kompetent hierzu (auch in englischer Sprache) kommunizieren können. • sind die Studierenden in der Lage, sich selbst in ihrem Lernprozess zu organisieren, digitale Medien für ihr Studium zu nutzen und sich mit Arbeitsgruppen (auch digital) zu vernetzen.					
Inhalte a) Die Veranstaltung basiert auf den Kenntnissen des Bachelorstudiums, insbesondere aus den Bereichen Mechanik, Thermo- und Fluiddynamik, Elektrotechnik, Mathematik und Regelungstechnik. Im Einzelnen werden folgende Themen behandelt: • Wiederholung mathematischer Grundlagen zur Modellierung und Systembeschreibung, wie Differential- und Differenzgleichungen und der Zustandsraumdarstellung.					

- Systemkategorisierung, (nicht)lineare zeit(in)variante (zeitdiskrete) Systeme
- Stabilität linearer und nichtlinearer Systeme, globale und lokale Stabilitätskriterien, Beobachtbarkeit und Steuerbarkeit
- Analytisch deduktive, dynamische Modellierung mechanischer, thermodynamischer, fluiddynamischer und elektrischer Systeme unter Nutzung aktueller Methoden und Erkenntnisse. Entwurfs- und Auswahlkriterien für den fachübergreifenden Systementwurf
- Empirisch induktive Modellierungsmethoden (black-box Modelle) und deren Anwendung an konkreten Beispielen
- Numerische Lösungsmethoden für Differentialgleichungen und deren Anwendung an konkreten Beispielen, Analogrechnermethode, numerische Stabilität und numerische Fehler
- Beobachtung und Schätzung von Zuständen und Parametern, Kalman-Filter
- Analytische und empirische Auslegung von klassischen PID-Reglern und Zustandsreglern
- Synthese- und Analysemethoden für advanced-control Probleme und Mehrgrößenregelungen, Entkopplung, Smith-Prädiktor
- Praktische Erprobung exemplarischer Methoden am realen System

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch / Englisch

Prüfungsformen

- Klausur 'Modellierung und Entwurf dynamischer Systeme' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Nachhaltige Produktentwicklung Sustainable Product development					
Modul-Nr. 139360	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Nachhaltige Produktentwicklung			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Dr.-Ing. Marc Neumann a) Dr.-Ing. Frederike Kossack					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage... • .. die zentralen Begriffe sowie die Potentiale und Herausforderungen im Kontext der nachhaltigen Produktentwicklung zu beschreiben. • ... die Umweltwirkungen von Produkten in den einzelnen Phasen des Produktlebensweg zu beschreiben und an einfachen Beispielen zu analysieren. • ...die ökologisch relevanten Stakeholder entlang des Lebenswegs eines beispielhaften Produkts zu erschließen und die entstehenden Umweltwirkungen systematisch zu • ermitteln. • ...die Funktionen und den Nutzungskontext eines beispielhaften Produkts sowie ökologisches Fehlverhalten während der Produktnutzung zu analysieren und die daraus resultierenden Umweltwirkungen systematisch zu ermitteln. • ... die Teilphasen und Prozesse der Nutzungsphase zu beschreiben und die daraus resultierenden Umweltwirkungen systematisch für beispielhafte Produkte zu ermitteln. • ... Maßnahmen zur Verbesserung der Umweltwirkungen von beispielhaften Produkten auszuwählen, erste Produktkonzepte zu entwickeln und systematisch alternative Konzepte zu vergleichen. • ... auf Basis identifizierter ökologischer Schwachstellen Umweltziele für beispielhafte Produkte und die begleitenden Entwicklungsprozesse zur Verbesserung der Umweltwirkungen zu entwickeln. • ...die Auswirkungen ihrer Entscheidungen zur Verbesserung der Nachhaltigkeit eines beispielhaften Produkts systematisch auf die Produkteigenschaften und -merkmale sowie auf vor- oder nachgelagerte Lebenslaufphasen zu beurteilen. • ... auf Basis ausgewählter Maßnahmen und festgelegter Ziele eigenständig detaillierte Konzepte zur Verbesserung der Nachhaltigkeit von beispielhaften Produkten zu entwickeln. • ...die Ergebnisse ihrer nachhaltigen Produktverbesserung in einer mündlichen Präsentation verständlich vorzustellen und die eigene Ansicht argumentativ zu vertreten. • ... sich interessiert mit dem Thema Nachhaltigkeit auseinanderzusetzen und individuell den eigenen Lernstand und Lernfortschritt zu reflektieren.					
Inhalte a)					

In den theoretischen Teilen der Veranstaltung werden die Grundlagen und das Vorgehen bei der Entwicklung nachhaltiger Produkte vermittelt. Dazu werden verschiedene Methoden und Werkzeuge erläutert und im Rahmen der Übungen von den Studierenden angewendet.

Der praktische Teil der Veranstaltung besteht aus einem realitätsnahen Lernszenario, in dem die Studierenden die Aufgabe erhalten eigenständig in einer Gruppe die vermittelten Methoden anzuwenden und Werkzeuge einzusetzen, um die Nachhaltigkeit eines bestehenden Beispielprodukts zu verbessern. Die Beispielprodukte dürfen dafür von den Studierenden genutzt und gezielt manipuliert werden, um die maßgeblichen Umweltwirkungen zu identifizieren. Die Anwendung der Methoden und die Interpretation der Ergebnisse sowie die entwickelten Produktkonzepte werden von den Gruppen in einer Hausarbeit (Portfolio) zusammengefasst und gemeinsam präsentiert. Darüber hinaus pflegen die Studierenden ein semesterbegleitendes Lerntagebuch.

Im Detail werden folgende Themen adressiert: Grundlagen der nachhaltigen Produktentwicklung, Umweltwirkungen im Produktlebensweg, Stakeholder und Austauschbeziehungen, Funktionen und Nutzungskontext, Umweltwirkungen in der Nutzungsphase, nachhaltige Produktkonzepte und Umweltziele, nachhaltige Gestaltung und Dokumentation

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch

Prüfungsformen

Semesterbegleitende Hausarbeit ‚Nachhaltige Produktentwicklung‘ (40 Std., Anteil der Modulnote 100 %, Hausarbeit als Gruppenarbeit (in kleinen Gruppen) anschließender Präsentation und Diskussion (Abgabefristen und Termine werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Hausarbeit und Präsentation der Ergebnisse

Verwendung des Moduls

- M.Sc. Maschinenbau
- M.Sc. Sales Engineering & Product Management
- M.Sc. Umweltingenieurwesen

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Neue Werkstoffe für Batterien, Brennstoff- und Elektrolysezellen New Materials for Batteries, Fuel Cells and Electrolysis Cells					
Modul-Nr. 138105	Credits 3 LP	Workload 90 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Neue Werkstoffe für Batterien, Brennstoff- und Elektrolysezellen			Kontaktzeit a) 2 SWS (30 h)	Selbststudium a) 60 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Sebastian Weber a) Apl.-Prof. Dr. Martin Bram					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden folgende fachspezifische/inhaltliche Kompetenzen: • Die Studierenden kennen den üblichen Schichtaufbau elektrochemischer Energiespeicher und elektrochemischer Energiewandler und haben ein Grundverständnis der ablaufenden elektrochemischen Reaktionen sowie des komplexen Anforderungsprofils an die Werkstoffe • Die Studierenden kennen die in diesen Systemen eingesetzten keramischen, metallischen und organischen Werkstoffe und verstehen wie durch geeignetes Werkstoffprocessing die funktionellen Eigenschaften gezielt eingestellt werden können • Die Studierenden besitzen ein Grundverständnis, welche Chancen die Digitalisierung für die Entwicklung und Charakterisierung komplexer Werkstoffsysteme bietet. fachübergreifende/generische Kompetenzen: • Die Studierenden können die globale Bedeutung von elektrochemischen Energiespeichern und elektrochemischen Energiewandlern für die Energiewende bewerten. • Die Studierenden verdeutlichen durch einen Fachvortrag zu einem energiespezifischen Thema ihre kommunikative Kompetenz.					
Inhalte a) Grundlegende Einordnung der Rolle elektrochemischer Energiespeicher und elektrochemischer Energiewandler in zukunftsfähigen Energiekonzepten Aufbau elektrochemischer Zellen: Anode – Elektrolyt – Kathode, Triebkraft für spontane (galvanische Zellen) und nicht spontane Reaktionen (Elektrolyse-Zellen) Grundlagen der elektronischen und ionischen Leitfähigkeit in Festkörpern und Flüssigkeiten Generelle Übersicht Materialsynthese und Herstellungsverfahren für Batterien, Brennstoff- und Elektrolysezellen (pulvertechnologische Routen, Gasphasenprozesse, allgemeine Fertigungstechnik)					

Batterien: Werkstoffkonzepte für Batterien (klassische Batterien, Redox-Flow, Li-Ionen, Na-Ionen...), Fertigung von Batterien, elektrochemische Reaktionen, Degradation, Anwendungen, Status der Umsetzung und Ausblick

Brennstoff- und Elektrolysezellen: Werkstoffkonzepte für Nieder- und Hochtemperaturanwendungen mit Flüssig-Elektrolyt, Polymer-Elektrolyt, und Festoxidelektrolyt (u.a. PEM, SOFC/SOEC,...), Fertigung der Zellen, elektrochemische Reaktionen, Degradationsmechanismen, Anwendungen, Status der Umsetzung und Ausblick

Lehrformen / Sprache

a) Blockseminar / Deutsch

Prüfungsformen

- Mündlich 'Neue Werkstoffe für Batterien, Brennstoff- und Elektrolysezellen' (30 Min., Anteil der Modulnote 100 %, Bei mehr als 10 Teilnehmern Modulabschlussklausur / 90 min (Anteil Modulnote 100 %))

Vortrag zu einem energiespezifischen Thema

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Bestandene Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung oder Klausur
- Vortrag zu einem energiespezifischen Thema

Verwendung des Moduls

keine Angabe

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $3 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Offroad Maschinen: Systemanalyse					
System-Analysis of Construction Machines					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
138200	5 LP	150 h	8. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Offroad Maschinen: Systemanalyse			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr.-Ing. Jan Scholten					
a) Prof. Dr.-Ing. Sebastian Bauer, Prof. Dr.-Ing. A. Katterfeld					
Teilnahmevoraussetzungen					
Empfohlene Vorkenntnisse:					
keine					
Lernziele/Kompetenzen					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
• sind die Studierenden in der Lage für komplexe Maschinen und anwendungstechnische Zusammenhänge Modelle des Gesamtsystems u.a. unter Berücksichtigung hydraulischer Antriebssysteme und maßgeblicher Komponenten des Tragwerks zu entwickeln und hiermit systematisch neue Erkenntnisse und Lösungen für interdisziplinäre Problemstellungen bezüglich des Systemverhaltens zu erarbeiten. • können die Studierenden zur Entwicklung von Interaktionsmodellen zwischen Maschinen und Einsatzumgebung Modelle für praxisnahe Anwendungsfälle auf Basis bekannter ingenieurwissenschaftlicher Methoden ableiten um Lastannahmen und Randbedingungen für die Systemauslegung herzuleiten, ggf. erforderliche Vereinfachungen abzuschätzen, Ergebnisse erweiterter Methoden wie der DEM kritisch zu bewerten und diese Modelle mithilfe von Daten aus der Anwendung und Forschung zu verifizieren. • sind die Studierenden befähigt ein schwingungstechnisches Systemverständnis zu erarbeiten und so beispielsweise Maschinen hinsichtlich Geräuschanregung, -übertragung und -abstrahlung akustisch zu bewerten und mögliche Optimierungspotenziale zu identifizieren. • sind die Studierenden fähig selbständig und im Team komplexe interdisziplinäre Problemstellungen und Lösungen auf Basis der erworbenen methodischen und systemorientierten Kenntnisse zu strukturieren, diese zu präsentieren und konstruktiv zu diskutieren.					
Inhalte					
a)					
Ausgehend von gemeinsam durchgeführten Messungen des dynamischen Verhaltens einer Verdichtungsmaschine in Interaktion mit dem Boden werden Modellannahmen und Randbedingungen zur Abbildung des Systemverhaltens erarbeitet. Die Erweiterung der Betrachtungen auf den deutlich komplexeren Anwendungsfall eines Tiefenrüttlers dient zur Vertiefung und Anwendung der erarbeiteten Fähigkeiten und werden durch die Diskussion der Ergebnisse einer experimentellen Modell-Verifikation abgerundet. Die Modellparameter des Teilsystems Boden werden in einem nächsten Schritt in Verbindung mit bodenmechanischen Kennwerten gebracht, so dass auf dieser Grundlage exemplarisch ein maschineller Grabvorgang abgebildet und mittels eines Grabkraftmodells konkrete Lastmodelle entwickelt werden können. Ein Exkurs in die Simulationstechnik der diskreten Elemente (DEM) zeigt die auf den vermittelten					

Grundlagen aufbauenden Potentiale der Partikelsimulation und gekoppelter Simulationsansätze (MKS-FEM-DEM-CFD) auf. Im nächsten Schritt wird aufbauend auf analytischen bzw. numerisch gestützten Lastmodellen eine generelle Struktur für Festigkeits- und Stabilitätsnachweise komplexer Tragwerkstrukturen eingeführt. Dabei werden Aspekte, wie die Systematisierung und Kombination auslegungsrelevanter Lastannahmen, die Berücksichtigung dynamischer Lastanteile, unterschiedliche Sicherheitskonzepte, die realitätsnahe Beanspruchungsermittlung und die anwendungsbezogene Quantifizierung der Beanspruchbarkeit vertieft. Ein Blick auf Struktur und Auslegung hydraulischer Antriebssysteme rundet den Systemgedanken schließlich ab und thematisiert anwendungsorientierte Aspekte, wie Verluste und Wirkungsgrade, Leistungssteuerung (LUDV, load sensing) aber auch Pulsationsanregung und Schallemission an konkreten Beispielen. Aufgrund des ausgeprägten Systemcharakters und der praktischen Relevanz wird der letztgenannte Aspekt vertiefend aufgegriffen und maschinenakustische Grundlagen und darauf aufbauende Ansätze und Methoden zur Erarbeitung eines akustischen Systemverständnisses vermittelt.

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung mit Übung / Exkursion / Deutsch

Prüfungsformen

- Klausur 'Offroad Maschinen: Systemanalyse' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Operations Research for Energy System Applications					
Operations Research for Energy System Applications					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
138120	5 LP	150 h	8. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Operations Research for Energy System Applications			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch a) Dr.-Ing. Jonas Finke					
Teilnahmevoraussetzungen					
Recommended prior knowledge: Basic knowledge of energy economics, such as that covered in the B.Sc. module Energy Economics is recommended. Any prior knowledge in operations research and programming with Python is advantageous but not necessary. Knowledge from the M.Sc. module Energy Systems Analysis can be helpful, but is also not necessary. Most exercises are organised as computer tutorials. If possible, these take place in the CIP pool(s) on campus. If students want to work on the exercises outside the CIP pool hours, they need a (mobile) computer on which they can install Python and a package for linear optimisation, both of which are open-source. This will also be advantageous for the case study.					
Lernziele/Kompetenzen					
After successful completion of this module the students are able to					
• Explain basic concepts of linear programming and solve linear optimisation problems manually and with Python • Explain and interpret the structure and elements of linear energy system optimisation models by referring to concepts of linear programming and techno-economic characteristics of real energy systems • Apply the concepts and methods learnt to a case study to answer a research question about the energy transition by developing, implementing and solving an energy system optimisation model using Python • Analyse and interpret optimisation results and draw conclusions for the energy transition • Work independently in project groups and present results of their group work in an understandable way, both in an oral and written form					
Moreover, the students will have					
• developed the ability to think in a networked and critical way and are able to select and apply established methods and procedures, • acquired in-depth and interdisciplinary methodological competence and are able to apply it in a situationally appropriate manner.					
The students practice scientific learning and thinking and can					
• develop complex problems in technical systems in a structured way and solve them in an interdisciplinary way using suitable methods, • transfer knowledge/skills to concrete systems engineering problems.					
Inhalte					
a)					

- Linear programming • Standard form and graphical solution • Duality • Mixed-integer linear programming - Energy system optimisation models • Typical formulations and key components (Variables, parameters, constraints, objectives) • Selected case studies - Linear programming in Python with Linopy (taught in computer exercises) • Formulating and solving basic linear problems • Formulating and solving small and large energy system models - Students work on a case study in small project groups • Students develop an own energy system model to address a selected research question / problem using real-world data • Students evaluate the corresponding results and draw conclusions from it • Students communicate their model and findings in a presentation and a short written report
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Projekt / Übung (2 SWS) / Englisch
Prüfungsformen • Projektarbeit 'Operations Research for Energy System Applications' (90 Std., Anteil der Modulnote 100 %, group work consisting of a written report, presentation and model code – details will be announced at the beginning of the semester) • Digital learning assessment during the semester – not graded
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits • Successful completion of project work (details will be announced at the beginning of the semester) • Successful completion of digital learning assessment (not graded)
Verwendung des Moduls M.Sc. Mechanical Engineering M.Sc. Sales Engineering and Product Management M.Sc. Umweltingenieurwesen
Stellenwert der Note für die Endnote $\text{Anteil an der Gesamtnote [\%]} = 5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
Sonstige Informationen

Patent- und Markenrecht Patent and Trademark Law					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
136700-137370	5 LP	150 h	8./9. Sem.	2 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Patent- und Markenrecht			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes Sem.
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Dr.-Ing. Marc Neumann a) Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing. Andreas Vogel					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Keine					
Lernziele/Kompetenzen Zielsetzung: Ausgehend von grundlegenden Kenntnissen zur Produktentwicklung und Konstruktionstechnik werden rechtliche Möglichkeiten zum Schutz von technischen Erfindungen, sowie deren Verwendung differenziert thematisiert. Kompetenzen: Die Studierenden kennen das Patentwesen mit Fokussierung auf die Themen der Ingenieurwissenschaften als relevanter ökonomischer und organisatorischer Aspekt. Sie haben ein Verständnis für die unterschiedlichen Möglichkeiten zum Schutz technischer Erfindungen entwickelt. Dabei haben sie das Verfahren der Anmeldung dieser unterschiedlichen Schutzmöglichkeiten, besonders des Patents auf nationaler und internationaler Ebene, betrachtet. Darüber hinaus sind die Studierenden für die Recherche bei Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sensibilisiert. Die Studierenden haben dadurch fachübergreifende Methodenkompetenz erlangt, die sie an praktischen Beispielen situativ anwenden können.					
Inhalte a) Lehrveranstaltung geht über zwei Semester: Inhalte im Wintersemester: • Einführung in den gewerblichen Rechtsschutz • Patente und Gebrauchsmuster, materiellrechtlich • Patente und Gebrauchsmuster, formalrechtlich • Patente und Gebrauchsmuster, in der Praxis • Einspruch, Nichtigkeitslage, Löschung, Verletzung • Übungen Inhalte im Sommersemester: • Schutz im Ausland • Design und Urheberrecht • Arbeitnehmererfinderrecht					

- Marken
- Informationen und Recherche
- Innovationsmanagement
- Übungen

Die Lehrveranstaltungen bauen aufeinander auf. Der Einstieg ist in jedem Semester möglich.

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Exkursion / Deutsch

Prüfungsformen

- Mündlich 'Patent- und Markenrecht' (45 Min., Anteil der Modulnote 100 %, Die Modulabschlussprüfung prüft zusammengefasst die Inhalte des Winter- und Sommersemesters. Die Prüfung wird jedes Semester angeboten.)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung

Verwendung des Moduls

keine Angabe

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Plastizität und Materialschädigung Plasticity and Damage					
Modul-Nr. 128033	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Plastizität und Materialschädigung			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 0 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani a) Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Kontinuumsmechanik, Einführung in die Materialmodellierung					
Lernziele/Kompetenzen Die Studierenden • leiten die mathematischen Gleichungen zur Beschreibung des elastisch-plastischen Materialverhaltens im Rahmen einer geometrisch linearen Beschreibung her • können Entfestigungsprozesse mittels phänomenologischer Schädigungsmodelle mathematisch beschreiben • leiten die algorithmische Umsetzung im Rahmen der FEM ab					
Inhalte a) • Kontinuumsmechanische und thermodynamische Grundlagen • Konzept der internen Variablen und die zugeordnete Dissipation • Elasto-plastische Stoffgesetze (Fließfunktion, Fließregel, Versagenshypothesen) • Algorithmische Implementierung elasto-plastischer Stoffgesetze • Aspekte der Materialschädigung • Kontinuumsmechanische Schädigungsmodelle • Algorithmische Umsetzung der Schädigungsmodelle					
Lehrformen / Sprache a) / Deutsch					
Prüfungsformen • Klausur 'Plastizität und Materialschädigung' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %, oder mündliche Prüfung (30 Minuten, Anteil an Modulnote 100%) (Die Prüfungsform wird je nach Teilnehmerzahl am Anfang eines jeden Semesters festgelegt))					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits • Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur bzw. mündliche Prüfung					
Verwendung des Moduls • MSc Bauingenieurwesen • MSc Maschinenbau					
Stellenwert der Note für die Endnote					

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Product Lifecycle Management Product Lifecycle Management (PLM)					
Modul-Nr. 138577	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Product Lifecycle Management (PLM)			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Detlef Gerhard a) Prof. Dr.-Ing. Detlef Gerhard					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • verfügen Studierende über ein breites, integriertes Wissen über die Herausforderungen des ganzheitlichen Informationsmanagements im Produktlebenszyklus und die resultierenden Anforderungen an Softwaresysteme zur Unterstützung von PLM. • kennen und verstehen Studierende die Teilprozesse des Produktlebenszyklus', die Methoden des Product Lifecycle Management (PLM) sowie die wissenschaftlichen Grundlagen der zugrundeliegenden IT-Systeme. Indem sie praktische Beispiele und Aufgaben mit entsprechender Anwendungssoftware bearbeiten, können sie die erlernten Fertigkeiten im Umgang mit PLM Software auf konkrete und praxisorientierte PLM Problemstellungen übertragen. • haben Studierende ein umfassendes Verständnis vom Zusammenwirken der PLM Softwaresysteme und können kritisch die Eignung von Methoden zum Objektmanagement, zum Produktstruktur- und Konfigurationsmanagement sowie zum Projekt- und Prozessmanagement differenzieren und beurteilen. • können Studierende prozessorientiert an PLM Aufgabenstellungen herangehen, diese reflektieren und bewerten sowie selbstgesteuert verfolgen. • können Studierende kooperativ PLM-Aufgabenstellungen in heterogenen Gruppen bearbeiten, Abläufe und Ergebnisse begründen sowie über Sachverhalte umfassend kommunizieren.					
Inhalte a) Das Modul vermittelt Methoden und Werkzeuge zum Product Lifecycle Management (PLM), insbesondere das dazu erforderliche Grundlagenwissen und die relevanten methodischen Aspekte von Produktinnovationsprozessen. Schwerpunkte bilden dabei die verschiedenen PLM-Funktionen entsprechender Softwaresysteme (z.B. Teile-, Dokumenten- und Produktstrukturmanagement, Klassifizierung, Konfigurationsmanagement, Projekt- und Prozessmanagement) Weiterhin werden allgemeine Methoden zur Organisation und Handhabung von Produktdaten und Benutzerinformationen sowie Methoden des Collaborative Engineerings und die Vorgehensweise bei der PLM-Einführung vermittelt.					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch / Englisch					
Prüfungsformen • Klausur 'Modulabschlussprüfung: Product Lifecycle Management' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					

- Studienbegleitende Aufgaben: Hausarbeiten (Sofern die Hausarbeiten vor der Modulabschlussprüfung absolviert werden, sind optional Bonuspunkte für die Klausur möglich) (Umfang und Abgabefristen wird am Anfang des Semesters bekanntgegeben)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
- Bestandene studienbegleitende Aufgaben: Hausarbeiten (Umfang und Abgabefristen wird am Anfang des Semesters bekanntgegeben)

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Die Lehrveranstaltung „Product Lifecycle Management“ vermittelt identische Kompetenzen und Inhalte in englischer Sprache.

Die Veranstaltung zählt als online-Veranstaltung gemäß HDVO.

Project Management in Plant Engineering Project Management in Plant Engineering					
Modul-Nr. 139200	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Project Management in Plant Engineering			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald a) Dr.-Ing. Dorothea Schwarz					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: none					
Lernziele/Kompetenzen After successfully completing the module, students will be able to • Structure a project and place it in its overall context • Recognize methods and tools to deal with typical project situations • Understand projects, recognize role patterns and evaluate boundary conditions					
Inhalte a) The course is aimed at students who are interested in analyzing tasks/projects that initially appear complex. The following project-specific topics are addressed using numerous examples from the current and historical social environment as well as everyday situations: • Familiarization with typical management theories with their relevance to the current work environment • Organization and structure of large companies • Recognizing and analyzing typical role patterns in projects • Structuring and analyzing projects with the aim of resource-efficient, timely and cost-saving execution • Dealing with employees as well as stakeholders and shareholders in a national and international environment • Getting to know the various sub-management tasks such as deadline, cost and personnel management etc. • Use of tips, tricks and methods to achieve goals As part of the exercise accompanying the lecture, students will work independently in small groups on a process and plant engineering project. In doing so, the various aspects and tasks of project management from the lecture are familiarized with in a practical way and thus an awareness of these is developed.					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Englisch					
Prüfungsformen • Mündlich 'Project Management in Plant Engineering' (30 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Passed final module examination: oral examination					

Verwendung des Moduls

- M.Sc. Mechanical Engineering
- M.Sc. Environmental Engineering

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik Processes in Mechanical Process Engineering					
Modul-Nr. 138400	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Marcus Petermann a) Prof. Dr.-Ing. Marcus Petermann					
Teilnahmevoraussetzungen					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • sind die Studierenden mit den vertieften ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen, den Prozessen, Verfahren sowie den Anwendungsfeldern der mechanischen Verfahrenstechnik vertraut. • lösen die Studierenden komplexe mathematische Problemstellungen in Prozessen der mechanischen Verfahrenstechnik mit geeigneten Methoden. • lösen die Studierenden komplexe Problemstellungen in der Anwendung der mechanischen Verfahrenstechnik, entwickeln eigene Ansätze und setzen diese um. • sind die Studierenden in der Lage etablierte Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik auszuwählen und anzuwenden. • praktizierten die Studierenden wissenschaftliches Lernen und Denken und üben dies an aktuellen Trennprozessen der Mechanischen Verfahrenstechnik ein. • haben die Studierenden vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. • übertragen die Studierenden Erkenntnisse und Fertigkeiten aus den vorgestellten Prozessen der mechanischen Verfahrenstechnik auf konkrete, neue Problemstellungen.					
Inhalte a) Die Vorlesung Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik vermittelt wichtige Verfahren der Schüttguttechnik. Dazu zählen die Partikelabscheidung aus Gasen und die Abtrennung von Feststoffen aus Flüssigkeiten, etwa mit Filtern oder Zentrifugen. Im Weiteren werden Verfahren zur Änderung der Partikelgröße vorgestellt. Hierzu zählen beispielsweise Mahlvorgänge, wie sie zur Herstellung von Zement notwendig sind. Die Agglomeration von Partikeln führt dagegen zu größeren Partikelkollektiven. Diese Technik wird unter anderem bei Waschmitteln genutzt, um Staubbelastungen zu verhindern. Die Vorlesung schließt ab mit der Beschreibung von durchströmten Partikelschüttungen. Diese Wirbelschichten werden zur Weiterverarbeitung von Partikelsystemen oder zum Transport der Partikel durch die so genannte pneumatische Förderung genutzt.					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (3 SWS) / Übung (1 SWS) / Deutsch					

Prüfungsformen

- Klausur 'Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management
- MSc. Umweltingenieurwesen

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Prozessführung und Optimalsteuerung Process Control and Optimal Control					
Modul-Nr. 137270	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Prozessführung und Optimalsteuerung			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Martin Mönnigmann a) Prof. Dr.-Ing. Martin Mönnigmann					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Eine erfolgreiche Teilnahme an den regelungstechnischen Fächern des BSC Maschinenbau (<i>Grundlagen der Regelungstechnik</i> und <i>Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik</i>) wird empfohlen.					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • verstehen und nutzen die Studierenden die Grundlagen der Optimalsteuerung, sind in der Lage, Aufgabenklassen zu unterscheiden (z. B. zeitoptimale Aufgaben, Aufgaben mit und ohne Restriktionen) und Aufgaben mit stückweise extremalen Lösungen (Bang-bang-Lösungen) zu prüfen und zu bewerten. • haben die Studierenden das Wissen, modellprädiktive Regelungen zu erarbeiten und zu entwerfen, die Stabilität zu bewerten und mit Hilfe linear-quadratische Aufgaben optimale Regler zur entwerfen. • können die Studierenden explizite modellprädiktive Regelungen entwickeln. • sind die Studierenden in der Lage, Flachheit und flache Vorsteuerungen von Prozessen/Systemen zu untersuchen und zu prüfen und dies mit der zwei-Freiheitsgrade-Struktur zusammen zu führen. • verfügen die Studierenden über die Fähigkeit zu vernetztem und wissenschaftlichem Denken, so dass sie dieses auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen und kompetent hierzu (auch in englischer Sprache) kommunizieren können. • sind die Studierenden in der Lage, sich selbst in ihrem Lernprozess zu organisieren, digitale Medien für ihr Studium zu nutzen und sich mit Arbeitsgruppen (auch digital) zu vernetzen.					
Inhalte a) Die unterrichteten Methoden und Werkzeuge schließen an den optimierungsbasierten Entwurf von Zustandsrückführungen, die im Bachelor-Studium unterrichtet wurden, an. Im Einzelnen werden die folgenden Themen behandelt: • Einführung in die Optimalsteuerung, Aufgabenklassen (u.a. zeitoptimale Aufgaben, Aufgaben mit und ohne Restriktionen), Aufgaben mit stückweise extremalen Lösungen (Bang-bang-Lösungen) • Klassen und Eigenschaften von Optimierungsaufgaben und zugehörige Lösungsmethoden (lineare, quadratische und nichtlineare Programme mit und ohne Nebenbedingungen, Optimalitätsbedingungen, Konvexität, lokale und globale Optima) • modellprädiktive Regelung, Stabilität, linear-quadratische Aufgaben • explizite modellprädiktive Regelung, Zusammenhang zum Riccati-Regler					

• Methoden zur Analyse nichtlinearer dynamischer Systeme (Phasenportraits, Nullklinen, topologische Äquivalenz und Satz von Hartman-Grobman, Bifurkationen, Lyapunov-Stabilität, direkte und indirekte Methode nach Lyapunov) • exakte Linearisierung, Lie-Ableitungen, Systeme mit und ohne interner Dynamik, Zusammenhang zur Steuerbarkeit linearer Systeme • Flachheit, flache Vorsteuerungen, zwei-Freiheitsgrade-Struktur
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch / Englisch
Prüfungsformen • Klausur 'Prozessführung und Optimalsteuerung' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
Verwendung des Moduls • MSc. Maschinenbau • MSc. Sales Engineering and Product Management
Stellenwert der Note für die Endnote Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
Sonstige Informationen

Prozessmanagement Process Management					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
139730	10 LP	300 h	9. Sem.	1 Semester	15
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Prozessmanagement			a) 70 h	a) 230 h	a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. Christian Meske a) Prof. Dr. Christian Meske					
Teilnahmevoraussetzungen keine					
Lernziele/Kompetenzen 1. Grundlagen des Prozessmanagements verstehen - zentrale Begriffe, Konzepte und Ziele des Prozessmanagements nachvollziehen - unterschiedliche Ansätze des Prozessmanagements mit historischem Bezug einordnen sowie aktuelle Entwicklungen des Feldes diskutieren 2. Geschäftsprozesse modellieren - Grundlagen der Prozessmodellierung erfassen und deren Bedeutung für das Prozessmanagement einordnen - arbeitsteilige Geschäftsprozesse mittels Ereignisgesteuerter Prozessketten (EPK) sowie Business Process Model and Notation 2.0 (BPMN 2.0) modellieren 3. Prozesse analysieren und kontinuierlich optimieren - Methoden der Prozessanalyse auf konkrete Anwendungsfälle übertragen und Optimierungspotenziale identifizieren - Maßnahmen zur kontinuierlichen Verbesserung von Geschäftsprozessen entwickeln und hinsichtlich ihrer Wirkung beurteilen					
Inhalte a) Das Modul vermittelt zentrale Grundlagen, Methoden und Werkzeuge des Prozessmanagements und adressiert damit eine zentrale Aufgabe von Führungskräften: die Neugestaltung und kontinuierliche Optimierung von Arbeits- und Geschäftsprozessen auf Basis einer prozessorientierten Sichtweise. Im ersten Schritt werden relevante Begriffe, Konzepte und Ziele des Prozessmanagements eingeführt sowie unterschiedliche Ansätze mit historischem Bezug und aktuellen Entwicklungen vorgestellt. Darauf aufbauend rückt die Prozessmodellierung als wesentlicher Bestandteil des Prozessmanagements in den Fokus. Die Studierenden lernen häufig verwendete Modellierungsansätze kennen, darunter Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK) und Business Process Model and Notation 2.0 (BPMN 2.0), und wenden diese insbesondere auf arbeitsteilige Geschäftsprozesse an. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf Prozessanalyse und Prozessoptimierung, wobei nicht nur die einmalige Neugestaltung, sondern auch die kontinuierliche Verbesserung von Prozessen reflektiert wird. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, die erlernten Methoden und Konzepte frühzeitig anhand von Anwendungsfällen und Übungen auf Praxisfälle zu übertragen.					
Lehrformen / Sprache					

a) Blockseminar / Deutsch

Prüfungsformen

- Hausarbeit (Anteil an Modulnote 100 %)
- Studienbegleitende Aufgaben: Mitgestaltung einer Coachingsitzung z. B. durch eine Präsentation, die Anleitung zu Übungen, Moderation des Erfahrungsaustauschs

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Hausarbeit
- Bestandene studienbegleitende Aufgaben

Verwendung des Moduls

M.Sc. Sales Engineering and Product Management

M.Sc Maschinenbau

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $10 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Prozesssimulation energietechnischer Anlagen Process Simulation of Energy Plants					
Modul-Nr. 139920	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße 45
Lehrveranstaltungen a) Prozesssimulation energietechnischer Anlagen			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Roland Span a) Prof. Dr.-Ing. Roland Span					
Teilnahmevoraussetzungen Kenntnisse im Bereich der thermodynamischen Analyse von Prozessen und der energietechnischen Anlagen, die im Normalfall durch ein Bachelorstudium mit angemessenen energietechnischen Inhalten als gegeben vorausgesetzt werden können. Keine spezifischen Teilnahmevoraussetzungen					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • können die Studierenden aufbauend auf dem im Bachelor-Studium vermittelten • grundlegenden Verständnis für energietechnische Anlagen bestehende und • neuartige (in der wissenschaftlichen Literatur diskutierte) Anlagen mit modernen • Simulationstools selbstständig modellieren. • können die Studierenden Leistung und Effizienz von energietechnischen Anlagen • beurteilen und Einflussgrößen identifizieren. • können die Studierenden das Betriebsverhalten von realen oder hypothetischen • energietechnischen Anlagen analysieren und bewerten. • können die Studierenden die Bedeutung anlagenspezifischer Parameter anhand von • Parameterstudien auf einem hohen Abstraktionsgrad erläutern und beurteilen. • kennen die Studierenden mathematische und thermodynamische Grundlagen von • Simulationsprogrammen. • können die Studierenden anspruchsvolle Simulationsprogramme zur Lösung komplexer Aufgabenstellungen anwenden, ihre Leistungsfähigkeit beurteilen (Vor- und Nachteile, Möglichkeiten und Grenzen) und Ergebnisse kritisch hinterfragen.					
Inhalte a) Ausgehend von der bereits in verschiedenen Vorlesungen eingeübten manuellen Berechnung energietechnischer Prozesse werden gemeinsam mit den Studierenden die grundlegenden Anforderungen an ein Programm zur Simulation energietechnischer Prozesse herausgearbeitet. Die vier Hauptelemente solcher Programme (Benutzeroberfläche, nichtlinearer Gleichungslöser, Modelle der einzelnen Komponenten, Stoffdatenpakete) werden exemplarisch vorgestellt, Vor- und Nachteile verschiedener Lösungen werden diskutiert. In Interaktion mit den Studierenden werden erste Modelle einfacher energietechnischer Prozesse (Gasturbinen- und Dampfkraftprozesse, ORC Prozess, Solarkraftwerk) aufgebaut. Der Einfluss der wichtigsten Betriebsparameter wird anhand der selbst aufgebauten Modelle erläutert. Möglichkeiten zur systematischen Variation von Betriebsparametern werden vorgestellt, Parametervariationen durchgeführt. Als Sonderfälle werden die Verwendung von Simulationsprogrammen zur Beurteilung komplett neuer					

Prozessvarianten (wissenschaftliche Anwendung) und die Anwendung auf Basis von gemessenen Prozessparametern (Prozessleittechnik, Validierung der Messwerte, überbestimmte Systeme) diskutiert.

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung mit Übung / Deutsch / Englisch

Prüfungsformen

- Klausur 'Prozesssimulation energietechnischer Anlagen' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %, Alternativ bei weniger als zehn Teilnehmer*innen mündliche Prüfung (30 Minuten) mit Vorbereitung von Fragen am Computer (60 Minuten))

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur (Hinweis: Die Note ergibt sich ausschließlich aus der Modulabschlussprüfung!)

Verwendung des Moduls

keine Angabe

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Vorlesung und Übung integriert (4 SWS); das Modul wird bilingual angeboten, eine Betreuung von Studierenden auf Deutsch und Englisch kann alternativ realisiert werden.

Reaktortheorie Reactor Physics					
Modul-Nr. 138110	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Reaktortheorie			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Marco K. Koch a) Dr.-Ing. Tobias Jankowski					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse höhere Mathematik					
Lernziele/Kompetenzen Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse der wesentlichen Aspekte der Kerntechnik und die physikalischen Grundlagen. Sie können exemplarisch den Stand der modernen Forschung reflektieren. Sie nutzen modernste Methoden und Verfahren sowie das Fachvokabular. Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls, • lösen Studierende komplexe mathematische Problemstellung in physikalischen Systemen fachübergreifend mit geeigneten Methoden, • modifizieren Studierende die Erkenntnisse auf konkrete und neue Problemstellungen, • validieren Studierende die modellierten und gelösten komplexen ingenieurtechnischen Probleme, • entwickeln Studierende eigene Ansätze und setzen diese um.					
Inhalte a) • Überblick über die Kerntechnik und die physikalischen Grundlagen, • Grundlegende Merkmale des Kernreaktors und seine Anwendung in der Kernkraftwerkstechnik • Struktur der Materie • Kernaufbau • Bindungsenergie • Kernumwandlung • Arten der Radioaktivität • Kernspaltung • Energiefreisetzung • Neutronenerzeugung • Bildung von Spaltprodukten • Globale Betrachtung des Generationszykluses der Neutronen • Kernspaltung als Kettenreaktion • Multiplikationsfaktor (Vier-Faktor-Formel) • Neutronenflussdichteverteilung • Neutronendiffusion • Diffusions-, Mehrgruppen -und Transporttheorie					

Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (3 SWS) / Übung (1 SWS) / Deutsch
Prüfungsformen • Klausur 'Reaktortheorie' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
Verwendung des Moduls • MSc. Maschinenbau • MSc. Sales Engineering and Product Management
Stellenwert der Note für die Endnote Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
Sonstige Informationen

Service Engineering Service Engineering					
Modul-Nr. 138230	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Service Engineering			Kontaktzeit a) 3 SWS (45 h)	Selbststudium a) 105 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. Jens Pöppelbuß a) Prof. Dr. Jens Pöppelbuß					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • können Studierende die Chancen und Herausforderungen der Transformation von produzierenden Unternehmen hin zu einem wachsenden Dienstleistungsgeschäft erläutern. • können Studierende unterschiedliche Typen industrienaher Dienstleistungen und Produkt-Service-Systeme erläutern und voneinander abgrenzen. • können Studierende etablierte Ordnungsrahmen und Ansätze anwenden, um Geschäftsmodelle von Unternehmen zu analysieren und beispielhaft Ansätze für innovative Geschäftsmodelle zu entwickeln. • können Studierende kundenorientierte Methoden zur Entwicklung innovativer Dienstleistungsangebote beispielhaft anwenden. • können Studierende die Bedeutung von Dienstleistungsqualität für den Geschäftserfolg erläutern. • können Studierende aktuelle Entwicklungen aus dem Bereich des Service Engineering sinnvoll aufbereiten, anderen vermitteln und in den Stand der Wissenschaft und Praxis einordnen.					
Inhalte a) • Servitization of Manufacturing • Industrienaher Dienstleistungen, Kundenlösungen und Produkt-Service-Systeme • Digitale Dienstleistungen und Smart Services • Geschäftsmodelle • Ordnungsrahmen und Ansätze zur Analyse, Entwicklung und Kommunikation von Geschäftsmodellen (Business Model Canvas, St. Galler Business Model Navigator). • Innovations- und Modellierungsmethoden des Service Engineering (z. B. Personas, Customer Journey Mapping, Service Blueprinting) • Dienstleistungsqualität • Vorgehensmodelle für das Service Engineering					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (1 SWS) / Englisch					
Prüfungsformen					

- Klausur 'Service Engineering' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %, oder Mündliche Prüfung (20 Min., Anteil der Modulnote 100 %))
- Studienbegleitende Aufgaben: Referat zu einer wissenschaftlichen Fragestellung oder einer Fallstudie aus der Praxis (Gruppenleistung, Vortragsdauer 15 Minuten, Workload je Gruppenmitglied 10 Stunden, mögliche Termine werden zu Beginn des Semesters bekannt gegeben)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung
- Bestandene Studienbegleitende Aufgaben: Referat

Verwendung des Moduls

MSc. Sales Engineering and Product Management

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Simulation der Strömung in Turbomaschinen					
Fluid Flow Simulation in Turbomachines					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
137360	5 LP	150 h	9. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Simulation der Strömung in Turbomaschinen			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr. Francesca di Mare					
a) Dr.-Ing. David Engelmann					
Teilnahmevoraussetzungen					
Empfohlene Vorkenntnisse:					
Fundierte Kenntnisse der Mathematik, insbesondere Differentialrechnung (partielle Ableitungen, Taylorreihen-Entwicklung), Integralrechnung, kartesische und Zylinderkoordinatensysteme; Mechanik, insbesondere Begrifflichkeiten wie Impuls, Kraft und Masse, Newton'sche Gesetze; Thermodynamik, insbesondere Begrifflichkeiten wie Energie, Enthalpie und Entropie, Erster und zweiter Hauptsatz; Grundlagen der Strömungsmechanik, insbesondere laminare und turbulente Strömungen, Einfluss der Kompressibilität, Funktionsweise von Strömungsmaschinen bzw. Fluidenergiemaschinen; Computersimulation von Fluidströmungen, insbesondere Navier-Stokes-Gleichungen, Diskretisierung der Erhaltungsgleichungen, Finite-Differenzen- und Finite-Volumen-Verfahren; Turbomaschinen, insbesondere relative und absolute Bezugssysteme, Verluste in Turbomaschinen					
Lernziele/Kompetenzen					
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls haben die Studierenden ihr Wissen bezüglich der numerischen Strömungsmechanik vertieft für die Simulation von kompressiblen Medien und für die Anwendung in Turbomaschinen.					
• Die Studierenden sind in der Lage, die Erhaltungsgleichungen für Masse, Impuls und Energie auch für kompressible Medien anzuwenden und in relative, zylindrische Bezugssysteme zu transformieren. • Die Studierenden können höherwertigen Verfahren für die numerische Approximation der Erhaltungsgleichungen anwenden. • Die Studierenden sind in der Lage, die Besonderheiten sowie Schwierigkeiten in der Simulation von Turbomaschinen zu erkennen und damit umzugehen.					
Inhalte					
a)					
Wiederholung der wichtigsten theoretischen Grundlagen der numerischen Strömungsmechanik					
Vorstellung des Reynolds' Transport-Theorems sowie Anwendung auf die Massen-, Impuls- und Energieerhaltung					
Kinematik der Turbomaschinenströmung					
• Euler- und Lagrange-Betrachtungsweise • Substantielle Ableitung • Erhaltungsgleichungen im Relativsystem • Euler-Hauptgleichung					
Stromflächen-Verfahren					

- Throughflow-Methode
- Stromlinienkrümmungs-Methode
- Stromfunktions-Methode
- Anwendungsbeispiele

Diskretisierung unter Anwendung des Finite-Volumen-Verfahrens

- Verfahren für höhere Genauigkeit
- Druckkorrekturverfahren für kompressible Strömungen
- Druckkorrekturverfahren für komplexe Geometrien
- Gittergenerierung und Randbedingungen für Turbomaschinen

Turbulenzmodellierung

Rotor-Stator-Interaktion

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (3 SWS) / Übung (1 SWS) / Deutsch

Prüfungsformen

- Klausur 'Simulation der Strömung in Turbomaschinen' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management
- MSc. Umweltingenieurwesen

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Simulationsgestützte Auslegung von Reaktions- und Trennapparaten					
Model based Design of Reactors and Separation Units					
Modul-Nr. 138060	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Simulationsgestützte Auslegung von Reaktions- und Trennapparaten			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald a) Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls können Studierende • Möglichkeiten und Grenzen dynamischer Simulationstools bewerten • in der Verfahrenstechnik gängige Apparate mathematisch beschreiben • reale Reaktoren und Phänomene in diesen Reaktoren mithilfe von Modellen abbilden und in das verwendete Simulationstool implementieren • die für eine Bilanzierung realer Reaktoren relevanten Parameter zu erfassen und eigenständig Stoff- und Wärmebilanz mithilfe des verwendeten Simulationstools lösen und die Ergebnisse bewerten und darstellen.					
Inhalte a) In der Lehrveranstaltung werden die Methoden der verfahrenstechnischen Modellierung und Simulation von Apparaten vermittelt. Dazu werden insbesondere nachfolgende Themen adressiert: • In der Vorlesung wird zunächst eine Übersicht über reale Reaktoren und Trennapparate gegeben. Hierzu werden zunächst Beispielprozesse besprochen, die in dem entsprechenden Apparat durchgeführt werden. Anhand der Beispiele werden die unterschiedlichen Betriebszustände, Stofftransport- und Wärmetransportphänomene diskutiert. Anschließend erfolgt die Herleitung einer Modellbeschreibung der "beobachteten" Phänomene. • Das resultierende und in eine verfahrenstechnische Software zur Prozesssimulation (z.Z. Aspen Custom Modeller) implementierte Gleichungssystem wird in den computergestützten Übungen bearbeitet. Mithilfe von Simulationsstudien werden die in der Vorlesung besprochenen Beispielfälle detaillierter analysiert. Als Abschluss einer Übungseinheit wird das Vorgehen bei der Auslegung erarbeitet und die Abhängigkeit der Apparatedimensionen von den Beispielprozessen demonstriert. • Nach dem Erarbeiten der grundlegenden Möglichkeiten des Aspen Custom Modeller werden in 2er bis 3er Gruppen selbstständig Projektthemen bearbeitet und die jeweiligen Fragestellungen mithilfe der zuvor in den Übungen erworbenen Kompetenzen in einer Simulation gelöst.					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (1 SWS) / Übung (3 SWS) / Deutsch					

Prüfungsformen

- Mündlich 'Simulationsgestützte Auslegung von Reaktions- und Trennapparaten' (30 Min., Anteil der Modulnote 100 %, Gruppenprüfung)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: mündliche Gruppenprüfung

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management
- MSc. Umweltingenieurwesen

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Simulationstechnik in der Produktherstellung Simulation Technology of Product Manufacturing					
Modul-Nr. 137450	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Simulationstechnik in der Produktherstellung			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter a) Dr.-Ing. Christopher Prinz					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • kennen die Studierenden unterschiedliche Simulationstechnologien und -werkzeuge sowie deren Anwendungsbereiche und können diese bezüglich ihres Nutzens und ihrer Grenzen beurteilen • sind die Studierenden in der Lage, reale Problemstellungen in Simulationsmodelle zu abstrahieren, der Vorgehensweise von Simulationsstudien folgend, Simulationsexperimente mit geeigneten Werkzeugen zu realisieren und die Ergebnisse zu bewerten • kennen die Studierenden die modernsten Entwicklungen in der Forschung und Praxis bezüglich dem Einsatz von Simulationen • können die Studierenden selbstorganisiert in Teams Lösungen zu komplexen Aufgabenstellungen entwickeln und diese präsentieren					
Inhalte a) In der Veranstaltung Simulationstechnik in der Produktherstellung wird die Simulation als eine der zukünftigen Schlüsseltechnologien mit verschiedenen Einsatzmöglichkeiten vorgestellt. Konkret werden folgende Inhalte vermittelt: • Anwendungen, Nutzen und Herausforderungen der Digitalen Fabrik • Modelle, Anwendungen und Grenzen von Simulationen • Reale Anwendungsbeispiele aus der Praxis durch einen Industrievortrag • Verschiedene Simulationswerkzeuge sowie ihre Klassifizierungen und Charakteristika • Die Phasen für den Ablauf von Simulationsstudien nach der VDI 3633 • Durchführung von Simulationen für diverse Problemstellungen hinsichtlich Materialflüssen, Prozessen, Ergonomie oder Logistik mithilfe verschiedener Simulationswerkzeuge • Vorstellung und Anwendungen von innovativen Technologien wie Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) oder Digital Twin und Digital Shadow • Möglichkeiten und Vorteile der Virtuellen Inbetriebnahme (VIBN) • Einsatzmöglichkeiten verschiedener Optimierungsstrategien in der Produktion wie zum Beispiel die Modellierung in Agentensystemen und Anwendung von genetischen Algorithmen • Vorstellung der aktuellsten Forschungsergebnisse zur Einordnung von Simulation in den Trend der Digitalisierung und Industrie 4.0					

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch

Prüfungsformen

- Portfolioprüfung 'Simulationstechnik in der Produktherstellung' (58 Std., Anteil der Modulnote 100 %, Projektarbeit + Abschlusspräsentation)
- 45-minütiger Test als Voraussetzung der Vergabe von Credits (Der Test selbst muss nur bestanden werden). Im Rahmen des Tests können bis zu 10 % Punkte der Gesamtnote als Zusatzleistung erzielt werden.

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Portfolioprüfung (Projektarbeit, Abschlusspräsentation und Test)

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Strategisches Management und Unternehmensführung					
Strategic and Business Management					
Modul-Nr. 139740	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8./9. Sem.	Dauer Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Strategisches Management und Unternehmensführung			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 110 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Marcus Petermann a) Dr.-Ing. Gunnar Brandin					
Teilnahmevoraussetzungen					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • Kennen die Studierenden strategische und organisatorische Aspekte, Methoden und Handlungsweisen sowie Führungsarten. • Sie haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden. • Zusätzlich verfügen die Studierenden über fachübergreifende Methodenkompetenz.					
Inhalte a) Ablauf und Instrumente des strategischen Managements bzw. der strategischen Unternehmensplanung sowie Grundlagen der Mitarbeiterführung, Maßnahmen und Aktivitäten zur Motivation und Kommunikation in Unternehmen und Übersicht der Managementaufgaben in Unternehmen					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (3 SWS) / Übung (1 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen • Mündlich 'Strategisches Management und Unternehmensführung' (30 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Mündliche Prüfung					
Verwendung des Moduls keine Angabe					
Stellenwert der Note für die Endnote Anteil an der Gesamtnote [%] = 5 * 100 * FAK / DIV FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.					
Sonstige Informationen					

Subsurface Energy and Gas Storage Subsurface Energy and Gas Storage					
Modul-Nr. 138220	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Subsurface Energy and Gas Storage			Kontaktzeit a) 3 SWS (45 h)	Selbststudium a) 105 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. rer. nat. Rolf Bracke a) Dr. sc. ETH Zürich Katharina Alms					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: English language skills.					
Lernziele/Kompetenzen This course is an introduction to underground energy and gas storage technologies, focusing on the geological subsurface and its potential for the storage of heat and/or natural gas, hydrogen and CO ₂ in the context of energy transition and security. Students will be able to differentiate between different storage options and technologies, learn to calculate resource capacities, describe the components and functions of an underground gas storage facility and give an outlook on future developments. The lecture is accompanied by an exercise with practical examples and excursions.					
Inhalte a) • Introduction to the energy market, security of supply and energy transition; historical background and state of the art of storage technologies focusing on storage processes, capacities and constraints • Seasonal heat storage in aquifers and mines and its integration into the energy infrastructure (with field visit to a storage site) • Natural gas storage in salt caverns, depleted hydrocarbon fields and saline aquifers; Geological requirements and technological components • Carbon capture and storage (with lab visit): CO₂ capture technologies from point sources and direct air capture technologies; CO₂ transport and geological requirements for underground gas storage and mineralization; Example projects • Underground hydrogen storage: Challenges and opportunities in a future energy market; Example projects					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (1 SWS) / Englisch					
Prüfungsformen • Klausur 'Subsurface Energy and Gas Storage' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %, If the number of participants is smaller than 14 the examination mode can be changed to a presentation.) • Semester-accompanying exercises					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Passed final module examination: Written exam Passed semester accompanying exercises					

Verwendung des Moduls
M.Sc. Mechanical Engineering
M.Sc. Sales Engineering and Product Management
M.Sc. Geosciences
Stellenwert der Note für die Endnote
Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$
FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
Sonstige Informationen

Surface Science and Corrosion Surface Science and Corrosion					
Modul-Nr. 136401	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Surface Science and Corrosion			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Alexander Kauffmann a) Prof. Dr. rer. nat. M. Stratmann, Dr. rer. nat. Michael Rohwerder					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls, • kennen die Studierenden vertiefte naturwissenschaftliche und ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich Korrosion und Korrosionsschutz. • kennen die Studierenden exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung auf dem Gebiet der Korrosion, modernste Methoden und Verfahren des Korrosionsschutzes und Anwendungsbeispiele. • werden die Studierenden auf der Basis der erlernten Grundlagen der Korrosion in die Lage versetzt, Korrosionsvorgänge an Werkstoffen durch den Angriff unterschiedlicher Medien zu verstehen. Sie haben Kenntnisse über die Anwendung spezifischer Prüfverfahren zur Vorhersage des Werkstoffverhaltens unter realen korrosiven Bedingungen. • können die Studierenden somit komplexe Problemstellungen zum Korrosionsschutz mit geeigneten Methoden lösen. • sind die Studierenden in der Lage, geeignete etablierte Test-Methoden und Korrosionsschutz-Verfahren auszuwählen und anzuwenden. • praktizieren die Studierenden wissenschaftliches Lernen und Denken. • können die Studierenden hierüber komplexe ingenieurtechnische Probleme auf dem Gebiet lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen. • haben die Studierenden vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. Die Studierenden können Erkenntnisse/ Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.					
Inhalte a) Ziel der Vorlesung ist es, dass für das ökonomisch und sicherheitstechnisch relevante Gebiet der Korrosion und der Korrosionsprävention notwendige Grundlagenwissen zu vermitteln und anhand von praxisnahen Beispielen auf die eigenständige Anwendung des Erlernten vorzubereiten. Im Rahmen der Vorlesung wird daher das Verhalten von Werkstoffen unter atmosphärischen Korrosionsbedingungen und in Gegenwart flüssiger aggressiver Medien oder heißer korrosiver Gase behandelt. Nach einer kurzen Einführung zur wirtschaftlichen Bedeutung der Korrosion befasst sich die Vorlesung zunächst mit den physikalisch-chemischen Grundlagen der elektrolytischen Korrosion und der					

Hochtemperaturkorrosion. Dabei werden insbesondere die Thermodynamik und Kinetik von heterogenen Reaktionen unter besonderer Berücksichtigung von elektrochemischen Reaktionen diskutiert. Es folgen die verschiedenen Arten und Erscheinungsformen der Korrosion, z. B. die gleichmäßige Flächenkorrosion, Lochfraß, selektive Korrosion, interkristalline Korrosion, Spannungs- und Schwingungsrissskorrosion, Erosionskorrosion und Hochtemperaturoxidation. Bei allen Korrosionsarten werden neben den theoretischen Grundlagen die wissenschaftlichen Untersuchungsmethoden, technologischen Prüfverfahren und allgemeine und spezielle Gegenmaßnahmen erörtert. Insgesamt vermittelt die Lehrveranstaltung sowohl wichtige Grundlagen für eine spätere Forschungstätigkeit auf dem Gebiet der Korrosion als auch für die Bearbeitung von Korrosionsproblemen im technischen Bereich.

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung / Seminar / Englisch / Deutsch

Prüfungsformen

- Klausur 'Surface Science and Corrosion' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %, bei geringer Teilnehmerzahl werden mündliche Prüfungen durchgeführt (30 Min.))

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management
- MSc. Materials Science and Simulation

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Sustainability in the Process Industry Sustainability in the Process Industry					
Modul-Nr. 139280	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Sustainability in the Process Industry			Kontaktzeit a) 60 h	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald a) Dr.-Ing. Torben Egger					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: none					
Lernziele/Kompetenzen The essential technologies and behavioral changes required for a sustainable economy are well-known. However, in practice, the scaling of many technologies proceeds more slowly than necessary to achieve climate targets. This lecture provides insights into and connects the key drivers from technology, economics, psychology, and (geo-)politics. Students will gain knowledge and skills in the following areas: a) Systems understanding of key drivers and barriers to industrial sustainability b) Economic interrelations and business cases for sustainability c) Decision-making processes within companies d) Key control and measurement metrics for sustainability e) Influencing corporate decisions in their future careers and increasing the likelihood of project approval f) Soft skills in presentation and persuasive communication					
Inhalte a) The topics covered in this course include: • Fundamental aspects of sustainability • Key performance indicators (KPIs) for management and control • Levers for emission reductions • Key technologies for sustainability • Geopolitical influences on companies, the economy, and sustainability • Economic sustainability: current economic conditions and challenges • The process industry as an example of industrial sustainability • Opportunities and challenges in scaling the hydrogen economy • Economic decision-making criteria • Psychological factors in corporate decision-making • Corporate strategy vs. sustainability strategy • Regulation and carbon leakage • Political decisions and their impact on regulation and operational capacity • Presentation skills and delivering presentations in corporate settings					

Lehrformen / Sprache
a) Vorlesung (2 SWS) / Englisch
Prüfungsformen
• Presentation and oral examination (Anteil an Modulnote 100%)
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits
Passed Presentation and oral examination
Verwendung des Moduls
keine Angabe
Stellenwert der Note für die Endnote
Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
Sonstige Informationen

- Presentation and oral examination (Anteil an Modulnote 100%)

Passed Presentation and oral examination

keine Angabe

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Systematische Schadensanalyse Systematic Failure Analysis					
Modul-Nr. 136440	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Systematische Schadensanalyse			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Michael Pohl a) Dr.-Ing. Jens Jürgensen, Prof. Dr.-Ing. Michael Pohl					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Fortgeschrittene Kenntnisse in der Werkstoffkunde (Fertigung, Verschleiß, etc.)					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls sind Studierende in der Lage, • vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen der Werkstoffprüfung und der Werkstofftechnik anzuwenden, um das Versagen von Bauteilen infolge mechanischer, thermischer, korrosiver und tribologischer Einflüsse zu verstehen. • herstellungs- und beanspruchungsbedingte Bauteilschäden zu analysieren, wodurch die Fähigkeit von vernetztem und kritischem Denken ausgebaut wird. • bei der Bearbeitung konkreter Schadensfälle wissenschaftliches Denken zum Nachweis schadensursächlichen Versagensmechanismen anzuwenden und die Erkenntnisse/ Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen zu übertragen. • etablierte Methoden und Verfahren der systematischen Schadensanalyse auszuwählen und anzuwenden. • zu verstehen, welche Abhilfemaßnahmen für die Schadensvermeidung geeignet sind.					
Inhalte a) • Einordnung der Schadensanalyse in das technische, wirtschaftliche und juristische Umfeld. • Das defekte Bauteil fungiert als Datenträger, der Informationen über seinen individuellen Zustand und den Einflüssen die zu seinem Versagen geführt haben enthält. • Herstellungs- und beanspruchungsbedingte Bauteilschäden sowie deren Unterscheidungskriterien • Schäden unter mechanischen, thermischen, korrosiven und tribologischen Einflüssen. • Ist-/Soll- Vergleich von Bauteilen sowie Abhilfemaßnahmen und Wirksamkeitskontrolle. • Übungen: Bearbeitung von technischen Schadensfällen					
Lehrformen / Sprache a) Seminar / Deutsch					
Prüfungsformen • Mündlich 'Systematische Schadensanalyse' (30 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Mündliche Prüfung					
Verwendung des Moduls					

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Technische Innovationen Industrial Innovation					
Modul-Nr. 139560	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Technische Innovationen			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Jan Sehart a) Dr.-Ing. Tobias Grimm					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • differenzieren und kombinieren die Studierenden verschiedene Methoden und Verfahren zur systematischen Koordination und Entwicklung von technischen Innovationen • bewerten die Studierenden Lösungen für komplexe Probleme in technischer und nicht-technischer Hinsicht • entwickeln die Studierenden eine Strategie zum Ausbau der wettbewerblchen Position eines Betriebs					
Inhalte a) Die wettbewerblche Position eines Betriebs hängt von einer regelmäßigen Erneuerung des Produkts und der Prozesse im Unternehmen ab. Diese Innovationen lassen sich systematisch erarbeiten, organisieren und umsetzen. Dazu wird im Rahmen der Veranstaltung die Entwicklung einer Innovationsstrategie behandelt. Außerdem wird mit der Theorie der Erfinderischen Problemlösung (TRIZ) eine Analysemethode vorgestellt, die zur Optimierung des Erfolges eines Betriebes beisteuert. Die Werkzeuge systematischer Innovation sind vielfältig und stets lösungsorientiert. In der Praxis sind solche strukturierten Vorgehensweisen unumgänglich für den langfristigen Erfolg eines Unternehmens.					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen • Klausur 'Technische Innovationen' (60 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
Verwendung des Moduls M.Sc. Sales Engineering and Product Management M.Sc. Maschinenbau					
Stellenwert der Note für die Endnote Anteil an der Gesamtnote [%] = 5 * 100 * FAK / DIV FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.					

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Technologie der Polymere Technology of Polymers					
Modul-Nr. 137440	Credits 3 LP	Workload 90 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Technologie der Polymere			Kontaktzeit a) 2 SWS (30 h)	Selbststudium a) 60 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner a) Prof. Dr.-Ing. L. Kleintjens, Prof. Dr.-Ing. M. Soliman					
Teilnahmevoraussetzungen					
Lernziele/Kompetenzen • Die Studierenden kennen den Stand der ingenieurwissenschaftlichen Forschung im Bereich der Polymertechnologie. • Sie kennen Methoden und Verfahren zur Herstellung, Charakterisierung, und Verarbeitung von Polymeren. • Durch die Veranstaltungskonzeption erwerben die Studierenden eine besondere interdisziplinäre Kompetenz.					
Inhalte a) Nach einer Einführung über polymere Materialien werden folgende Themen behandelt: - Polymerisationsprozesse und -reaktionen - Charakterisierung und Struktur von Polymeren - Verarbeitung und Verarbeitungsmaschinen von Polymeren - Heterogene Polymersysteme und Thermodynamik - Mechanische und (visko-)elastische Eigenschaften in der Polymerverfahrenstechnik.					
Lehrformen / Sprache a) Blockseminar / Deutsch					
Prüfungsformen • Mündlich 'Technologie der Polymere' (30 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Mündliche Prüfung					
Verwendung des Moduls keine Angabe					
Stellenwert der Note für die Endnote $\text{Anteil an der Gesamtnote [\%]} = 3 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.					
Sonstige Informationen					

Thermodynamik der Gemische Thermodynamics of Mixtures					
Modul-Nr. 138240	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Thermodynamik der Gemische			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Roland Span a) Prof. Dr.-Ing. Roland Span					
Teilnahmevoraussetzungen Kenntnisse der Grundlagen der Thermodynamik, wie sie in einschlägigen Bachelorstudiengängen vermittelt werden. Keine spezifischen Voraussetzungen.					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • können Studierende die Besonderheiten der Stoffeigenschaften von Gemischen auf einem hohen Abstraktionsgrad erläutern. • können Studierende neue Erkenntnisse im Bereich der Stoffdatenthermodynamik kritisch hinterfragen und bewerten. • können Studierende ihre Kenntnisse im Bereich der Mischphasenthermodynamik einsetzen, um komplexe Aufgabenstellungen in Energie- und Verfahrenstechnik zu lösen. • können Studierende Informationsbedarfe im Bereich der Stoffdaten erkennen, Informationsquellen beschaffen und dort gefundene Daten kritisch bewerten. • können Studierende die Relevanz von Forschungsergebnissen im Bereich der Mischphasenthermodynamik einschätzen.					
Inhalte a) • Berechnung von Stoffdaten für energietechnische Prozesse (Zustandsgleichungsmodelle, Stoffdaten von Wasser und Dampf als Sonderfall, ideale Mischung realer Gase) • Zustandsgrößen von Gemischen, Darstellung als Exzessgrößen und als partielle molare Größen • Grundlagen von Mischungseffekten auf molekularer Ebene • Modelle für die Exzess-Gibbs-Energie und den Aktivitätskoeffizienten • Phasengleichgewichte mit Flüssigkeiten, Feststoffen und Gasen • Moderne Zustandsgleichungen für Gemische					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (3 SWS) / Übung (1 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen • Klausur 'Thermodynamik der Gemische' (150 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
Verwendung des Moduls • Msc Maschinenbau					

-
- MSc Sales Engineering and Product Management
 - MSc Umweltingenieurwesen

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Das Modul „Thermodynamics of Mixtures“ vermittelt identische Kompetenzen und Inhalte in englischer Sprache.

Transmission Electron Microscopy of Crystal Defects I+II (Advanced Users)					
Transmission Electron Microscopy of Crystal Defects I+II (Advanced Users)					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
137010-138010	5 LP	150 h	8./ 9. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Transmission Electron Microscopy of Crystal Defects I (Advanced Users)			a) 2 SWS (30 h)	a) 45 h	a) jedes WiSe
b) Transmission Electron Microscopy of Crystal Defects II (Advanced Users)			b) 2 SWS (30 h)	b) 45 h	b) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr.-Ing. Alexander Kauffmann					
a) Prof. Antonin Dlouhy					
b) Prof. Antonin Dlouhy					
Teilnahmevoraussetzungen					
Lernziele/Kompetenzen					
- Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich Werkstoff-Engineering. - Sie kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung und kennen modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften und Anwendungsbeispiele. - Die Studierenden können komplexe Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen. - Sie haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden. - Die Studierenden praktizieren somit wissenschaftliches Lernen und Denken. - Die Studierenden können hierüber komplexe ingenieurtechnische Probleme lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen. - Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. - Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.					
Inhalte					
a) Diese Vorlesung wendet sich an fortgeschrittene Studierende, die die Grundlagen der Durchstrahlungselektronenmikroskopie beherrschen und die diese Methode im Rahmen ihrer Forschungsarbeiten einsetzen. Die Vorlesung wird in kleinen Gruppen hauptsächlich am Mikroskop durchgeführt. Sie vermittelt praktische Fähigkeiten im Umgang mit dem TEM-System, die nur durch regelmäßige Weiternutzung (etwa zwei Sitzungen pro Woche) aufrechterhalten werden können. Es geht um die Beherrschung des Beugungskontrasts. Zunächst wird noch einmal das Zustandekommen von Beugungsbildern und von Kikuchi-Linien-Maps erläutert. Dann wird praktisch vermittelt, wie man mit Hilfe von Kikuchi Linien Maps kristalline Proben orientiert, wie man einen Zweistrahlfall einstellt und wie man die Parameter bestimmt, die Versetzungsstrukturen kennzeichnen (Gleitebene, Richtung des Linienelements,					

Burgers- Vektoren). Es werden die Grundlagen der Stereomikroskopie am TEM besprochen. Außerdem wird die analytische Durchstrahlungselektronenmikroskopie (EDAX, Mikrobeugung und Z-Kontrast besprochen). Die Vorlesung findet als Blockveranstaltung im Sommersemester statt. Die Vergabe der begrenzten Anzahl von Plätzen wird über ein Losverfahren entschieden.

b)

Diese Vorlesung wendet sich an fortgeschrittene Studierende, die die Grundlagen der Durchstrahlungselektronenmikroskopie beherrschen und die diese Methode im Rahmen ihrer Forschungsarbeiten einsetzen. Die Vorlesung wird in kleinen Gruppen hauptsächlich am Mikroskop durchgeführt. Sie vermittelt praktische Fähigkeiten im Umgang mit dem TEM-System, die nur durch regelmäßige Weiternutzung (etwa zwei Sitzungen pro Woche) aufrechterhalten werden können. Behandelt wird die Versetzungsanalyse und wie man die Parameter bestimmt, die Versetzungsstrukturen kennzeichnen (Gleitebene, Richtung des Linienelements, Burgers- Vektoren). Es werden die Grundlagen der Stereomikroskopie am TEM besprochen. Außerdem wird die analytische Durchstrahlungselektronenmikroskopie (EDAX, Mikrobeugung und Z-Kontrast besprochen). Die Vorlesung findet als Blockveranstaltung im Sommersemester statt. Die Vergabe der begrenzten Anzahl von Plätzen wird über ein Losverfahren entschieden.

Lehrformen / Sprache

a) Blockseminar / Englisch / Deutsch

b) Blockseminar / Englisch / Deutsch

Prüfungsformen

- Klausur 'Transmission Electron Microscopy of Crystal Defects I+II' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

Verwendung des Moduls

keine Angabe

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Turbomaschinen Turbomachines					
Modul-Nr. 136090	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Turbomaschinen			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. Francesca di Mare a) Prof. Dr. Francesca di Mare					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Fundierte Kenntnisse der Grundlagen der Fluidenergiemaschinen, Thermodynamik und der Grundlagen der Strömungsmechanik, insbesondere Navier-Stokes Gleichungen					
Lernziele/Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls beherrschen die Studierenden alle mathematischen Werkzeuge, um die Auslegung einer Turbomaschine (Bauart, Abmessungen, Anzahl der Stufen, Anzahl der Schaufeln und Beschaukelungstypologie) nach den Anforderungen eines Verbrauchers (Leistung, Abmessungen und Arbeitsmedium) vorzunehmen. • Die Studierenden können physikalische Annahme treffen, um komplexen mathematischen Modelle zu vereinfachen • Die Studierenden können dimensionslose Parameter ableiten, die das Betriebsverhalten einer Turbomaschine synthetisieren • Die Studierenden können parametrische Abhängigkeiten ableiten, graphisch darstellen und verwenden, um eine Maschine oder Teile davon optimal zu gestalten • Die Studierenden können ein Optimierungsworkflow verstehen, analysieren und eigenhändig erstellen • Die Studierenden lernen, wie sie organisiert in Teams zusammenarbeiten und sich austauschen (Übungen und Lerngruppe)					
Inhalte a) Einführung zu den Turbomaschinen (dynamisch arbeitenden Fluidenergiemaschinen) Klassifizierung der Turbomaschinen • Nach Funktion (Kraftmaschinen/Arbeitsmaschinen) • Nach Bauart • Nach Eigenschaften des Arbeitsmedium (kompressibel/inkompressibel) Beispiele von Turbomaschinen und deren Einsatz: Fokus auf den Verdichtern (und Pumpen) Verdichter Bauarten: • Einführung zum Radialverdichter: Laufradbauformen und -ausführungen, strömungsrelevante Komponenten • Einführung zum Axialverdichter					

- Weitere Beispiele der Turbomaschinen: ORC, Dampfturbinen, Wasserturbine, Hydrodynamischer Wandler

Kinematische Grundlagen der Strömung in einer Turbomaschine:

- Operatoren
- Substantielle Ableitung
- Erhaltungsgleichungen im Relativsystem
- Euler Arbeitsgleichung: Differentialform

Auslegung (1-D) der Radialstufe:

- Laufrad: Vereinfachte Bewegungsgleichungen, Minderleistung, Hauptabmessungen
- Diffusoren: Typologie, kinematische Beschreibung, Abmessungen
- Rückführkanäle

Auslegung (1-D) der Axialstufe

- Aerodynamischen Grundlagen: radiales Gleichgewicht, Verwindungsgesetze

Kriterien für die Bestimmung der Hauptabmessungen

- Nabenverhältnis, Reaktionsgrad

Beschaufelung

- Theorie der Tragfläche: Profile und Gitter, 3D-Beschaufelung

Weitere Auslegungsmethoden

- Prinzipien der Stromfadentheorie
- Prinzipien der Blade-to-Blade-Methode
- Prinzipien der Q3D S1/S2 Flächenmethode
- Prinzipien der 3D, CFD-basierte Auslegung

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch

Prüfungsformen

- Klausur 'Turbomaschinen' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Turbulence Modelling Turbulence Modelling					
Modul-Nr. 137365	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Turbulence Modelling			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Romuald Skoda a) Prof. Romuald Skoda					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Fundamental of Fluid Mechanics (Grundlagen der Strömungsmechanik), ideally also Advanced Fluid Mechanics (Fortgeschrittene Strömungsmechanik), Numerical Methods for internal aerodynamics					
Lernziele/Kompetenzen After attendance, the students understand recent turbulence models, which are implemented in common CFD software. They have expanded their competences of networked and critical thinking and are able to assess established methods with regard to accuracy, stability and effort. The students have achieved detailed, also interdisciplinary methodological competences and based on these, they can elaborate solutions of new problems.					
Inhalte a) • Review of fluid dynamical and numerical fundamentals • Overview over turbulence theory • Introduction to Direct and Large Eddy Simulation • Detailed presentation of statistical turbulence models (Eddy Viscosity and Reynolds Stress models) • Hybrid models: Scale Adaptive (SAS) und Detached Eddy (DES) Simulation • Wall treatment • Laminar turbulent transition • Model additives for stagnation flow, rotation and compressibility					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Englisch					
Prüfungsformen • Mündlich 'Turbulence Modeling' (45 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Passed module exam: Oral exam					
Verwendung des Moduls M.Sc. Maschinenbau					
Stellenwert der Note für die Endnote Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.					

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Manuscripts for lecture and exercise are available in both English and German. Also, the entire module will be made available in German as a video stream via Moodle. Further literature will be recommended during the lecture.

Umweltrisiken Environmental Risks					
Modul-Nr. 138050	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 2 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Umweltrisiken 1 – Risiken der industriellen Produktion b) Umweltrisiken 2 – Chemikalien in der Umwelt			Kontaktzeit a) 2 SWS (30 h) b) 2 SWS (30 h)	Selbststudium a) 45 h b) 45 h	Turnus a) jedes SoSe b) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald a) Prof. Dr.-Ing. G. Deerberg b) Prof. Dr.-Ing. G. Deerberg					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich der „Umweltrisiken“. Sie haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken dabei ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren zur Minderung der Risiken auszuwählen und entsprechend anzuwenden bzw. Gegenmaßnahmen einzuleiten. Die Studierenden können diese Erkenntnisse auf dem Feld der Risiken auch auf konkrete und neue bzw. analoge Problemstellungen übertragen und bewerten. Die Studierenden sollen nach der Veranstaltung „Umweltrisiken 1“ Kenntnisse über das relevante Regelwerk und den Ablauf von Genehmigungsverfahren für umweltrelevante Maßnahmen haben und in der Lage sein, Maßnahmen und Technologien der industriellen Produktion und der Ressourcenbereitstellung hinsichtlich der Umweltrisiken zu analysieren und zu bewerten sowie bei der Systemplanung und Rohstoffbeschaffung risikoarme Alternativen abzuleiten und zu entwickeln. Die Studierenden sollen nach der Veranstaltung „Umweltrisiken 2“ in der Lage sein, Umweltrisiken aufgrund von Chemikalien, die aus Produkten, nutzungs- oder prozessbedingt freigesetzt werden, zu identifizieren, Möglichkeiten der Risikobeurteilung und -einordnung haben sowie Alternativen entwickeln können.					
Inhalte a) Umweltrisiken 1: Risiken der industriellen Produktion Einhergehend mit der ansteigenden Technisierung rücken zunehmend die Fragen des Ressourcenverbrauchs in den Mittelpunkt. Dies wird deutlich daran, dass eine Verdoppelung des weltweiten Energiebedarfes bis zum Jahr 2050 prognostiziert wird, der allein auf den Anstieg der Weltbevölkerung unter der Annahme eines nur geringen Wohlstandszugewinnes zurückgeführt wird. Der Klimawandel bedingt zum Teil dramatische Änderungen der Ökosysteme mit Konsequenzen z.B. für die Landwirtschaft aber auch Extremwetterereignisse mit gravierenden Folgen. Durch den Anstieg des Meeresspiegels werden Lebensräume bedroht und die Verknappung von Trinkwasser beschleunigt.					

Im Mittelpunkt der Vorlesung stehen systemische Zusammenhänge der Ressourcenversorgung und des Klimawandels sowie Strategien, mit denen dem Klimawandel zu begegnen ist. Dabei wird auf die Risiken, die mit der Ressourcenbereitstellung und der Nutzung einhergehen, fokussiert. Es wird auf die Risiken, die durch konventionelle, nichtkonventionelle und alternative Ressourcen entstehen, eingegangen. Ein Schwerpunkt ist hier im Bereich der nachwachsenden Rohstoffe gesetzt. In Europa existieren seit vielen Jahrzehnten nationale und internationale Initiativen, mit denen die Basis für Regelungen zur Minderung von Umweltrisiken geschaffen werden sollen. Es wird daher das rechtliche und technische Regelwerk im Umweltbereich behandelt. Neben der Struktur des Regelwerkes wird exemplarisch auf das Chemikalienrecht (REACH), den Emissionshandel und umweltrelevante Genehmigungsverfahren eingegangen, die heute oft in partizipative Prozesse münden. Gliederung:

Einführung

- Hintergründe und Inhalte der Vorlesung
- Einführung in die Thematik
- Einleitende Begriffe und Definitionen
- Lernziele

Ressourcen und Klimawandel

- Risiken der Produktion fossiler Energieträger
- Risiken nachwachsender Rohstoffe

Angewandter Umweltschutz

- Technisches und rechtliches Regelwerk
- Genehmigungsverfahren

b)

Umweltrisiken 2: Chemikalien in der Umwelt

Der heutige Lebensstandard westlicher Nationen ist zum Vorbild und Ziel für die Schwellen- und Entwicklungsländer geworden. Viele Produkte, die in diesem Umfeld entstehen und genutzt werden, sind von Chemikalien geprägt, die während der Herstellung, störungsbedingt, während der Nutzung oder bei der Entsorgung in die Umwelt gelangen. Verunreinigungen der Umwelt mit Chemikalien haben zum Teil sehr langfristige, heute oftmals noch nicht absehbare Folgen. So wird durch die Emission von Arzneimittelresten wie z.B. Antibiotika der medizinische Fortschritt aufgrund wachsender Resistenzen von Keimen in Frage gestellt. Hormonähnlich, kanzerogen oder mutagen wirkende Substanzen können in schon kaum messbar geringen Konzentrationen langfristige Auswirkungen auf Ökosysteme und den Menschen aufweisen. Umso bedeutsamer ist die frühzeitige Analyse und Bewertung von Chemikalien, um möglichst vor der Verbreitung in der Umwelt Klarheit über die Risiken zu schaffen. In der Veranstaltung werden Wirkmechanismen, Bewertungsmethoden und -kriterien sowie Gegenmaßnahmen in Bezug auf die genannten Umweltrisiken diskutiert. Es werden Methoden zur Ermittlung und zur vergleichenden Bewertung sowie Hinweise zur Einordnung von Umweltrisiken gegeben. Gliederung:

Einführung

- Hintergründe und Inhalte der Vorlesung
- Einführung in die Thematik
- Einleitende Begriffe und Definitionen
- Lernziele

Stoff- und prozessbezogene Risiken

- Chemikalien in der Umwelt/ Umweltrelevanz von Chemikalien
- Störungsbedingte Risiken
- Prozessrisiken: Anatomie von Störfällen
- Ausbreitung von Stoffen im Boden

Risiko und Risikobewertung

- Methoden zur Risikoeinschätzung und -quantifizierung
- Risikowahrnehmung

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (2 SWS) / Deutsch

b) Vorlesung (2 SWS) / Deutsch

Prüfungsformen

- Mündlich 'Umweltrisiken' (45 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung

Verwendung des Moduls

MSc. Umweltingenieurwesen

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Ver- und Entsorgungstechnik von Kraftwerken					
Handling Systems for Supply and Disposal Streams of Power Plants					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
139060	5 LP	150 h	9. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Ver- und Entsorgungstechnik von Kraftwerken			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr.-Ing. V. Scherer					
a) Priv.-Doz. Dr.-Ing. Martin Schiemann					
Teilnahmevoraussetzungen					
Empfohlene Vorkenntnisse: Strömungsmechanik, Thermodynamik, Wärme- und Stoffübertragung					
Lernziele/Kompetenzen					
Die Studierenden kennen:					
• die unterschiedlichen Techniken zur Versorgung von Kraftwerken mit den Arbeitsmedien Wasser, Luft und Brennstoff sowie die Entsorgung der anfallenden Reststoffe, • exemplarisch den Stand moderner Forschung, • modernste Methoden, Anwendungsbeispiele und das entsprechende Fachvokabular.					
Ferner können die Studierenden					
• komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen fachübergreifend mit geeigneten Methoden lösen, • Erkenntnisse auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen, • komplexe ingenieurtechnische Probleme fachübergreifend modellieren und lösen sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.					
Die Studierenden haben					
• die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden, • vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.					
Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls können Studierende					
• Sinnvolle Annahmen über Anlagenparameter abschätzen und zur Auslegung notwendige Informationen beschaffen. • die Dimensionen von zu- und abzuführenden Stoffströmen energietechnischer Anlagen abschätzen und grundlegende Konzepte zur Behandlung einzelner Ströme entwerfen. • Einzelne Auslegungsvarianten quantitativ bewerten. • Umweltwechselwirkungen prüfen. • Kosten-Nutzen-Zusammenhänge untersuchen.					
Inhalte					

a)

Die Vorlesung „Ver- und Entsorgungstechnik von Kraftwerken“ behandelt die unterschiedlichen Techniken zur Versorgung von Kraftwerken mit den Arbeitsmedien Wasser, Luft und Brennstoff sowie die Entsorgung der anfallenden Reststoffe. Ausgangspunkt der Vorlesung ist die Wasseraufbereitung und Konditionierung mit ihren chemischen Grundlagen. Die Kühlung solcher Anlagen incl. der Kühlturmauslegung und die Brennstoffversorgung werden besprochen. Die Entsorgung von Kraftwerken beinhaltet die Rauchgasbehandlung durch chemische und physikalische Verfahren sowie die Ausbreitung von Schadstoffen in der Atmosphäre. Eine Übersicht über die Schadstoffbildungsmechanismen schließt die Veranstaltung ab.

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (3 SWS) / Übung (1 SWS) / Deutsch

Prüfungsformen

- Klausur 'Ver- und Entsorgungstechnik von Kraftwerken' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %, Bei einer Teilnehmerzahl ≤ 10 Teilnehmer*innen kann die Prüfung mündlich durchgeführt werden.)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management
- MSc. Umweltingenieurwesen

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Medienformen: Vorlesungsfolien (pdf/Powerpoint)

- 1. Skript Ver- und Entsorgungstechnik von thermischen Kraftwerken
- 2. Adrain, F., Quittek, C., Wittoch, E., Fossil beheizte Dampfkraftwerke, Handbuch
- Energie (Hrsg. T. Bohn), Technischer Verlag Resch, 1986.
- 3. Baumbach, G., Luftreinhaltung, 2. Auflage, Springer-Verlag, Berlin, 1992.
- 4. Fritz, W., Kern, H., Reinigung von Abgasen, 3. Auflage, Vogelverlag, Würzburg, 1992.
- 5. Strauß, K., Kraftwerkstechnik, Springer-Verlag, 5. Aufl., 2006.
- 6. Wieland, G., Wasserchemie, 12. Auflage, Vulkan-Verlag, Essen, 1998.

Verfahrensentwicklung und Anlagenplanung					
Process Development & Plant Design					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
139350	5 LP	150 h	9. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Verfahrensentwicklung und Anlagenplanung			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald					
a) Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald					
Teilnahmevoraussetzungen					
Empfohlene Vorkenntnisse: abgeschlossenes Modul „Grundlagen der Verfahrenstechnik“					
Lernziele/Kompetenzen					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls können Studierende					
• Prozesse zur Herstellung chemischer Produkte entwickeln und deren Auswirkungen auf Umwelt und Gesellschaft einschätzen • charakteristische Merkmale von Syntheserouten bewerten und prozesstechnische Auslegungsregeln anwenden sowie den notwendigen Informationsbedarf für diese Aufgaben erkennen und diese Informationen beschaffen • in gängigen Simulationsumgebungen (Aspen Plus®) Prozesse implementieren, Simulationen durchführen und deren Ergebnisse anhand von Parameter- und Sensitivitätsanalysen kritisch bewerten sowie aus den Ergebnissen weiteren Handlungsbedarf ableiten. • die Phasen und Probleme der Anlagenplanung erklären und einzelne Problemstellungen in den Planungsphasen einordnen					
Inhalte					
a)					
In der Lehrveranstaltung werden die Methoden der Verfahrensentwicklung und der Anlagenplanung vermittelt. Dazu werden insbesondere nachfolgende Themen adressiert:					
• wissenschaftliche Methoden der Prozessentwicklung und Anlagenplanung • Methoden und Kriterien der Reaktorauswahl und Reaktionsführung • Thermodynamische Voraussetzungen zur Auswahl und Synthese von Trennsequenzen • Patente als Informationsquelle für die Prozessentwicklung • Prozesstechnische Möglichkeiten der Wärme- und Ressourcenintegration • Simulation verfahrenstechnischer Prozesse mittels Aspen Plus® • Methoden und Dokumente der Anlagenplanung (Erstellung der Mengen- und Enthalpiebilanzen, Prozessdarstellung im Grund-, Verfahrens- und R&I-Fließbild, Aufstellungs- und Rohrleitungsplanung, apparate- und maschinentechnische Auslegung, Einbindung des prozessintegrierten Umweltschutzes, wärmetechnische Optimierung) in den verschiedenen Planungsphasen • Für die Planung notwendige Investitions- und Produktionskostenbetrachtungen					
Lehrformen / Sprache					
a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch					

Prüfungsformen

- Mündlich 'Verfahrensentwicklung und Anlagenplanung' (30 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Bestandene Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management
- MSc. Umweltingeniuerwesen

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Verschleißschutztechnologie Wear Protection Technology					
Modul-Nr. 136445	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 8. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Verschleißschutztechnologie			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Sebastian Weber a) Dr.-Ing. Sabine Siebert					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls, • kennen Studierende die Struktur eines tribologischen Systems und können die beteiligten Partner analysieren sowie das Beanspruchungskollektiv beurteilen und die Kenngrößen für Reibung und Verschleiß bewerten. • verstehen die Studierenden die möglichen Wechselwirkungen zwischen den am Verschleiß beteiligten Werkstoffpartnern und differenzieren diese in Abhängigkeit vom jeweiligen Werkstoff und -behandlungszustand. • können die Studierenden Werkstoffempfehlungen zur Verschleißminimierung und Lebensdauererhöhung in Abhängigkeit vom Beanspruchungskollektiv und des vorliegenden Verschleißangriffs entwickeln. • verstehen die Studierenden den Zusammenhang zwischen dem Gefüge und den damit verbundenen Eigenschaften von Verbundwerkstoffen. • können die Studierenden den Einfluss der einzelnen Gefügebausteine mit ihren Eigenschaften auf die Bulk-Eigenschaften des Verbundwerkstoffs bewerten. • können die Studierenden Fertigungsverfahren für die Herstellung von Verbundwerkstoffe benennen und dieses Wissen anwenden, um Handlungsempfehlungen für die Werkstoff- und Fertigungsauswahl für konkrete Anwendungsfälle abzuleiten. • erhalten die Studierenden vertiefte und breite physikalische und chemische Kenntnisse sowie Fertigkeiten im Umgang mit klassischen Werkstoffsystemen, deren Verbundwerkstoffen und Beschichtungen. • erlangen die Studierenden Kompetenzen zur Modellbildung und Abstraktion. • kennen die Studierenden exemplarisch moderne Untersuchungs- und Prüfmethoden, die zur Verschleißsystemanalyse erforderlich sind, sowie das entsprechende Fachvokabular. • praktizieren die Studierenden wissenschaftliches Lernen und Denken anhand ausgewählter Praxisbeispiele und können komplexe ingenieurtechnische Probleme abstrahieren und Lösungen durch eigene Ansätze entwickeln und umsetzen. • können die Studierenden Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.					
Inhalte					

a) a) Erarbeitung der Grundbegriffe der Tribologie, Betrachtung von ausgewählten Verschleißsystemen, Identifizierung der Verschleißarten sowie der damit verbundenen Mikromechanismen, Verschleißprüfmethode und -messgrößen, Einfluss des Werkstoffdesigns und der Werkstoffherstellung auf den Verschleißwiderstand (Art, Menge, Größe und Anordnung der unterschiedlichen Gefügebestandteile und deren Eigenschaften), Vorstellung von werkstofftechnischen Maßnahmen zum Verschleißschutz für metallische Werkstoffe, ausgehend vom Gefügedesign durch verschiedene Herstellungsmethoden bis hin zu unterschiedlichen Randschichtverfahren und deren Anwendung bezogen auf den Einsatzfall. b) Einführung/Motivation (Überblick über Verbundwerkstoffe und die beteiligten Einzelphasen, Einsatzgebiete und Marktentwicklung), Vorstellung der Fachterminologie; Herstellungsprozesse, Verarbeitung, Anwendung und Eigenschaften von Schichten und Verbundwerkstoffen; Beschreibung von Hartphasen/Fasern und Metallmatrices; Beschreibung des Einflusses der Ausbildung der Grenzfläche zwischen Hartstoff/Faserverstärkung und Matrix auf die Werkstoffeigenschaften;
Lehrformen / Sprache a) kein Typ gewählt / Seminar / Deutsch
Prüfungsformen • Klausur 'Verschleißschutztechnologie' (180 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
Verwendung des Moduls • MSc. Maschinenbau • MSc. Sales Engineering and Product Management
Stellenwert der Note für die Endnote Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 \cdot 100 \cdot \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden. DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
Sonstige Informationen

Werkstoffe der Energietechnik Materials for Energy Technology					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
137150	5 LP	150 h	9. Sem.	1 Semester	60
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Werkstoffe der Energietechnik			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Alexander Kauffmann a) Dr. rer. nat. Christoph Somsen, Prof. Dr.-Ing. Alexander Kauffmann					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage, • die Eigenschaften von Hochtemperaturwerkstoffklassen, wie angelassene martensitische Chromstähle und Ni-Basisuperlegierungen zu beurteilen. • Lebensdauerkonzepte zu beurteilen und zu prüfen. • kritische Komponenten in Energieanlagen und deren Anforderungen an die Werkstoffeigenschaften zu bewerten. • eine Werkstoffauswahl anforderungsgerecht durchzuführen.					
Inhalte a) In dieser Vorlesung werden Werkstoffe und deren Eigenschaften besprochen, die in Systemen eingesetzt werden, die unsere Energieversorgung sicherstellen. Die Vorlesung soll an einigen Beispielen aufzeigen, dass unabhängig von der Art der Energieumwandlung, strukturelle und funktionelle Werkstoffeigenschaften von entscheidender Bedeutung sind. Unter anderem werden folgende Themenbereiche beleuchtet: • Kriechen, die Spannungsrelaxation, Ermüdung und Hochtemperaturoxidation von Werkstoffen • Beispielhaft werden einige Schlüsselkomponenten von Energieanlagen, wie z. B. (i) das Sammlerrohr im Dampfkraftwerk, (ii) der Rohrbogen im Dampfkraftwerk und (iii) die Turbinenschaufel in Gasturbinen behandelt • Verfestigungskonzepte im Bereich von Hochtemperaturwerkstoffen, wie Mischkristallverfestigung, Ausscheidungsverfestigung und Verbundverstärkung werden behandelt • Einige ausgewählte Werkstoffprobleme aus den Bereichen Windenergie, Solarenergie und Energiespeicherung werden angesprochen, insbesondere hier lebensdauerbegrenzende Schädigungsmechanismen					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung mit Übung / Deutsch					
Prüfungsformen • Klausur 'Werkstoffe der Energietechnik' (180 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
Verwendung des Moduls					

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management
- MSc. Materials Science and Simulation
- MSc. Umweltingenieurwesen

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Ein Skriptum zur Vorlesung ist vorhanden

Werkstoffe der biomedizinischen Technik u. bionische Materialforschung					
Materials for Biomedical Engineering and Bionic Materials Researches					
Modul-Nr. 139910	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Werkstoffe der biomedizinischen Technik und bionische Materialforschung			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes WiSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Sebastian Weber a) Dr.-Ing. Sabine Siebert					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls, • kennen und validieren Studierende die Anforderungen an Werkstoffe für die Verwendung als Implantat und die Nutzung von bionischen Ansätzen bei der Entwicklung neuer Werkstoffe und Werkstoffverbunde. • kennen die Studierenden verschiedene implantatspezifische Herstellungsmethoden sowie die Werkzeugwerkstoffe zur Bearbeitung von Implantaten, einschließlich unterschiedlicher Beschichtungsmethoden von Implantaten und Werkzeugen. • unterscheiden Studierende zwischen metallischen, keramischen und polymeren Implantatkomponenten sowie deren Eigenschaften und Einsatzgebieten. • haben die Studierenden materialbasierte Produktlösungen kennengelernt und können diese in Projektarbeiten einbringen.					
Inhalte a) Die Anforderungen an Werkstoffe für die Verwendung als Implantat werden in Abhängigkeit von der Funktion und Verweildauer im menschlichen Körper vorgestellt. Bei der Auswahl dieser Werkstoffe müssen je nach Verwendung besondere Bedingungen berücksichtigt werden. Weiterhin kommen geeignete Werkstoffe für den Einsatz als Werkzeug in der Medizintechnik sowie deren Wärme- oder Randschichtbehandlung zur Sprache. Die Nutzung von bionischen Ansätzen bei der Entwicklung neuer Werkstoffe und Werkstoffverbunden wird aufgezeigt. Es werden verfahrenstechnische Gesichtspunkte zur Werkstoffentwicklung und zur Produktentwicklung in der Medizintechnik besprochen. Neben den metallischen Werkstoffen liegt ein Schwerpunkt auf den Zulassungsverfahren für medizinische Implantate sowie die einzuhaltenden Vorschriften. Die Lerninhalte werden teilweise im Rahmen einer vorlesungsintegrierten Projektarbeit anhand eines Anwendungsbeispiels vertieft. Eine interaktive Software soll zur funktions- und beanspruchungsgerechten Werkstoffauswahl unter Berücksichtigung von Energieverbrauch und Herstellungsprozessen zum Einsatz kommen.					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung mit Übung / Deutsch					
Prüfungsformen					

- Klausur 'Werkstoffe der biomedizinischen Technik u. bionische Materialforschung' (180 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

Verwendung des Moduls

- MSc. Maschinenbau
- MSc. Sales Engineering and Product Management

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Zahnradgetriebe I - Stirnradgetriebe

Gears and Gear Drives I - Spur and Helical Gears

Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
138290	5 LP	150 h	8. Sem.	Semester	keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Zahnradgetriebe I - Stirnradgetriebe			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe

Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r

Prof. Dr.-Ing. Manuel Oehler

a) Prof. Dr.-Ing. Manuel Oehler

Teilnahmevoraussetzungen

Empfohlene Vorkenntnisse:

Die Vorlesung stützt sich auf die Grundlagenvorlesungen zur Mathematik, Mechanik und Konstruktionstechnik.

Lernziele/Kompetenzen

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- sind Studierenden die Grundlagen zur Geometrie und Kinematik von Stirnradverzahnungen bekannt
- verstehen Studierende, wie verschiedene Herstellverfahren für Zahnräder funktionieren
- haben Studierende selbst eine Herstellungs simulation für Stirnradverzahnungen programmiert
- kennen Studierende die tribologischen Verhältnisse im Zahnkontakt
- kennen Studierende die Grundlagen zum Tragfähigkeitsnachweis für Stirnradverzahnungen
- haben Studierende selbst Berechnungsverfahren zum Tragfähigkeitsnachweis für Stirnradverzahnungen programmiert
- können Studierende selbst Stirnradgetriebe nach verschiedenen Kriterien auslegen und miteinander vergleichen
- sind Studierenden die Grundlagen zur Geometrie und Kinematik von Planetengetrieben bekannt

Inhalte

a)

Die Vorlesung baut auf den in den Modulen Konstruktionstechnik C & D gelegten Grundlagen zu Zahnradgetrieben auf und vermittelt ein tiefergehendes Verständnis für die Funktion und Auslegung von Stirnradverzahnungen. Die wesentlichen Inhalte sind:

- Aufgaben, Einteilung und Grundbeziehungen von Zahnradgetrieben
- Geometrie von Stirnradverzahnungen (Gerad- und Schräg- sowie Außen- und Innenverzahnungen)
- Tragfähigkeit und Laufverhalten
- Tragfähigkeitsnachweis nach ISO 6336
- Leistungsverluste/Wirkungsgrad, Getriebeerwärmung, Schmierung und Geräuschverhalten
- Auslegung von Verzahnungen und Getrieben
- Fertigung von Stirnradverzahnungen
- Einführung in Planetengetriebe

In begleitenden Übungen erstellen Studierende unter Anleitung Berechnungsprogramme in Matlab oder Python, mit denen das Gelernte umgesetzt und visualisiert wird. So werden beispielsweise Skripte

zur Geometrieerzeugung mittels einer Herstellsimulation oder zur Berechnung der lokalen Größen im Zahnkontakt entwickelt. Mit den entwickelten Programmen werden praxisnahe Beispiele gerechnet.

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch

Prüfungsformen

- Klausur 'Zahnradgetriebe I - Stirnradgetriebe' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

Verwendung des Moduls

keine Angabe

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen

Zahnradgetriebe II - Planetengetriebe und räumliche Verzahnungen Gears and Gear Drives II - Planetary Gear Trains and Crossed-Axis Gear Drives					
Modul-Nr. 139140	Credits 5 LP	Workload 150 h	Semester 9. Sem.	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Beschränkung
Lehrveranstaltungen a) Zahnradgetriebe II - Planetengetriebe und räumliche Verzahnungen			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus a) jedes SoSe
Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Manuel Oehler a) Dr.-Ing. Christian Kirchhoff					
Teilnahmevoraussetzungen Empfohlene Vorkenntnisse: Die Vorlesung stützt sich auf die Grundlagenvorlesungen zur Mathematik, Mechanik und Konstruktionstechnik sowie auf die Inhalte des Moduls Zahnradgetriebe I.					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • sind Studierenden die grundlegenden Zusammenhänge zur Kinematik und Auslegung von Planetengetrieben bekannt • kennen Studierende typische Planetengetriebestrukturen in Anwendungen aus Windkraft und Mobilität und können Randbedingungen bewerten • verstehen Studierende die Geometrie räumlicher Verzahnungen • kennen Studierende die Geometrie von Kegelrad-, Schraubrad- und Schneckengetrieben • können Studierende Schneckengetriebe nach grundlegenden Tragfähigkeitskriterien auslegen und bewerten • verstehen Studierende die Dynamik im Zahneingriff und deren Einfluss auf Schwingungen • können Studierende Mehrmassenschwinger modellieren, Eigenschwingungen bestimmen und kritische Drehzahlbereiche analysieren • können Studierende Mess- und Analyseverfahren der Schwingungsanalyse anwenden und interpretieren					
Inhalte a) Die Vorlesung vertieft die Grundlagen aus Zahnradgetriebe I und behandelt weiterführend Planetengetriebe und Getriebe mit gekreuzten Achsen sowie Aspekte der Getriebedynamik, Akustik und Antriebstechnik. Die wesentlichen Inhalte sind: • Einführung in Planetengetriebe; Anwendungsbeispiele für mehrstufige Planetengetriebe • 3D-Verzahnungsgesetz und Koordinatentransformation; Geometrie von Schraubrad- und Kegelradgetrieben • Schneckengetriebe: Geometrie, Tragbild und Tragfähigkeit • Mehrstufige Getriebe und Getriebeauslegung in der Antriebstechnik • Mehrmassenschwinger, Eigenschwingungen und numerische Integration; Durchfahren von Eigenfrequenzen • Dynamik im Zahneingriff: Verzahnungssteifigkeit und Anregungsmechanismen					

- Getriebeakustik und Schwingungsanalyse: FFT und Hüllkurvenanalyse

In begleitenden Übungen erstellen Studierende unter Anleitung Berechnungs- und Auswerteprogramme in Python, mit denen praxisnahe Beispiele gerechnet und ausgewertet werden.

Lehrformen / Sprache

a) Vorlesung (2 SWS) / Übung (2 SWS) / Deutsch

Prüfungsformen

- Klausur 'Zahnradgetriebe II' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

Verwendung des Moduls

MSc. Maschinenbau

MSc. Sales Engineering and Product Management

Stellenwert der Note für die Endnote

Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

Sonstige Informationen
