



Fakultät Maschinenbau
fortschritt studieren

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

RUB

RUHR – UNIVERSITÄT BOCHUM FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU

Master-Studiengang Maschinenbau

Modulhandbuch

Gültig ab Sommersemester 2020

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.

30.03.2020

Module

3D-Simulation in der Automatisierungstechnik.....	13
Abluftreinigung.....	15
Abwasserreinigung.....	17
Additive Fertigung - Kunststoffe.....	19
Additive Fertigung - Metalle.....	21
Advanced Characterisation Methods.....	23
Advanced Materials Processing and Microfabrication.....	25
Alternative Kfz-Antriebe.....	27
Analyse biomechanischer Konstruktionen.....	31
Angewandte Reaktionstechnik in der Verfahrenstechnik.....	32
Anlagen- und Logistikplanung in der Chemieindustrie.....	33
Anlagentechnik.....	35
Antriebstechnik.....	37
Arbeits- und Anlagensicherheit (WP-E06).....	39
Arbeitswissenschaft (einschließlich Arbeitssicherheit).....	40
Auslegung hybrider Antriebsstränge.....	42
Auslegung von Triebwerks- und Gasturbinenverdichtern.....	44
Beispiele der simulationsgestützten Prozessentwicklung.....	45
Brennkammertechnologie für Flugtriebwerke.....	47
Business Development.....	49
CO ₂ -Abscheidung aus Industrieprozessen.....	51
Computational Fracture Mechanics.....	53
Computeranwendungen in der Prozessentwicklung.....	55
Computersimulation von Fluidströmungen.....	57
Dampfturbinen für heutige und künftige Energiesysteme.....	58
Demand and Supply in Energy Markets.....	59
Digitalisierung in Entwicklung und Produktion am Beispiel von Lernfabriken.....	61
Dynamic Structures and Active Control.....	63
Dünne Schichten und Hochdurchsatzmethoden in der Materialforschung.....	65

Einführung in die Rheologie.....	67
Elektrifizierte Fahrzeugantriebe.....	69
Elektrische Antriebe.....	71
Elektrochemische Energiewandler.....	72
Embedded Systems.....	74
Energieaufwendungen und Ökobilanzierung.....	76
Energiespeichertechnologien und -anwendung.....	78
Energy Systems Analysis.....	80
Entwicklung mechatronischer Systeme.....	82
Entwicklung von Motormanagementsystemen.....	84
Entwicklungsprojekt Formula Student RUB Motorsport.....	86
Erdgasinfrastrukturen: Von der Gaserzeugung bis zum Kunden.....	88
Fachlabor Energietechnik.....	90
Fachlabor Konstruktions- und Automatisierungstechnik.....	92
Fachlabor Kraftfahrzeug-Antriebstechnik.....	94
Fachlabor Mechanik.....	96
Fachlabor Strömungsmaschinen.....	98
Fachlabor Verfahrenstechnik.....	100
Fachlabor Werkstoff- und Microengineering.....	102
Fahrzeugdynamik.....	104
Finite Deformationen und nichtlineare FEM.....	106
Fortgeschrittene Transmissionselektronenmikroskopie.....	108
Fundamental Aspects of Materials Science and Microengineering.....	110
Funktionelle Schichtverbunde für die Energietechnik.....	112
Ganzheitliche Planung energietechnischer Anlagen.....	114
Gasdynamik.....	116
Gasmesstechnik.....	118
Getriebetechnik 1.....	120
Getriebetechnik 2.....	122
Gewerblicher Rechtsschutz: Patentwesen in den Ingenieurwissenschaften.....	124
Grundlagen der Hydraulischen Strömungsmaschinen und Anlagen.....	126

Höhere Dynamik (WP18).....	127
IT Anwendungen im Engineering.....	129
IT-gestützte Geschäftsprozesse am Beispiel von SAP-Standardsoftware.....	131
Industrie 4.0 für Ingenieure.....	133
Industrielles Kunden-Management.....	135
Instationäre Gasdynamik des Fahrzeugmotors.....	137
Integrierte Hochdruckverfahren.....	139
Introduction to Three-dimensional Materials Characterization Technics.....	141
Kernkraftwerkstechnik.....	143
Konstruktion in der Antriebstechnik.....	145
Kontinuumsmechanik (WP16).....	147
Künstliche Intelligenz für vernetzte eingebettete Systeme.....	148
Laserfertigungstechnik.....	150
Lasermedizintechnik.....	152
Lasermesstechnik.....	153
Lasertechnik.....	155
Luftqualität.....	157
MEMS & Nanotechnologie.....	158
Management nicht erneuerbarer u. erneuerbarer Ressourcen (WP-E13).....	160
Management und Organisation von Arbeit.....	162
Maschinen für die Energiewende.....	164
Masterarbeit.....	166
Materials for Aerospace Applications.....	168
Materialtheorie.....	170
Mechanische Eigenschaften in kleinen Dimensionen.....	171
Mechanische Grundlagen der Strömungsmaschinen.....	173
Methoden der integrierten Produktentwicklung.....	175
Modellierung und Entwurf dynamischer Systeme.....	177
Modellierung von Mikrostruktur und mechanischen Eigenschaften niedriglegierter Stähle.....	179
Motorische Verbrennung.....	181
Motormanagementsysteme.....	183

Multiscale Mechanics of Materials.....	187
Numerische Gasdynamik für Antriebs- und Energiesysteme.....	188
Offroad Maschinen: Produktverifikation.....	190
Offroad Maschinen: Systemanalyse.....	192
Plastizität und Materialschädigung (WP21).....	194
Porous Materials.....	195
Process Design.....	197
Product Lifecycle Management.....	199
Produktkonfektionierung in der Lebensmitteltechnologie und Pharmazie.....	200
Prozess- und Mischphasenthermodynamik.....	202
Prozess- und Umweltmesstechnik.....	204
Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik.....	205
Prozesse der Verbrennungsmotoren.....	207
Prozessführung und Optimalsteuerung.....	210
Prozesssimulation energietechnischer Anlagen.....	212
Prozesstechnik.....	214
Reaktortheorie.....	215
Regenerative Energien.....	217
Schadensanalyse.....	219
Service Engineering.....	220
Simulation der Strömung in Turbomaschinen.....	222
Simulationstechnik in der Produktherstellung.....	224
Solidification Processing.....	226
Strategische kundenorientierte Führung eines Technologieunternehmens.....	227
Strategisches Management und Unternehmensführung.....	229
Surface Science and Corrosion.....	230
Synthese biomechanischer Konstruktionen.....	232
Technische Innovationen.....	233
Technologie der Polymere.....	235
Technologie des modernen Verbrennungsmotors.....	236
Transmission electron microscopy of crystal defects I (Advanced Users).....	239

Transmission electron microscopy of crystal defects II (Advanced Users).....	241
Turbomaschinen.....	243
Turbulenzmodellierung.....	245
Umweltrisiken (WP-E08).....	246
Ver- und Entsorgungstechnik von Kraftwerken.....	249
Verschleißschutztechnologie.....	251
Werkstoffe der Energietechnik.....	252
Werkstoffe der biomedizinischen Technik u. bionische Materialforschung.....	254
Wissensbasierte Methoden.....	256
Übungen zu Fortgeschrittene Transmissionselektronenmikroskopie.....	257

Übersicht nach Modulgruppen

1) Erweiterte Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen M.Sc. MB

Advanced Materials Processing and Microfabrication.....	25
Antriebstechnik.....	37
Computersimulation von Fluidströmungen.....	57
Fachlabor Energietechnik.....	90
Fachlabor Konstruktions- und Automatisierungstechnik.....	92
Fachlabor Kraftfahrzeug-Antriebstechnik.....	94
Fachlabor Mechanik.....	96
Fachlabor Strömungsmaschinen.....	98
Fachlabor Verfahrenstechnik.....	100
Fachlabor Werkstoff- und Microengineering.....	102
Fundamental Aspects of Materials Science and Microengineering.....	110
Grundlagen der Hydraulischen Strömungsmaschinen und Anlagen.....	126
Höhere Dynamik (WP18).....	127
Kontinuumsmechanik (WP16).....	147
Product Lifecycle Management.....	199
Prozess- und Mischphasenthermodynamik.....	202
Prozesse der Verbrennungsmotoren.....	207
Turbomaschinen.....	243

2) Ingenieurwissenschaftliche Vertiefung M.Sc. MB

3D-Simulation in der Automatisierungstechnik.....	13
Additive Fertigung - Kunststoffe.....	19
Additive Fertigung - Metalle.....	21
Advanced Characterisation Methods.....	23
Alternative Kfz-Antriebe.....	27
Anlagentechnik.....	35
Auslegung hybrider Antriebsstränge.....	42

Beispiele der simulationsgestützten Prozessentwicklung.....	45
Computational Fracture Mechanics.....	53
Computersimulation von Fluidströmungen.....	57
Dampfturbinen für heutige und künftige Energiesysteme.....	58
Demand and Supply in Energy Markets.....	59
Dünne Schichten und Hochdurchsatzmethoden in der Materialforschung.....	65
Elektrische Antriebe.....	71
Embedded Systems.....	74
Energieaufwendungen und Ökobilanzierung.....	76
Energy Systems Analysis.....	80
Entwicklung von Motormanagementsystemen.....	84
Fahrzeugdynamik.....	104
Finite Deformationen und nichtlineare FEM.....	106
Gasdynamik.....	116
Getriebetechnik 1.....	120
Getriebetechnik 2.....	122
IT Anwendungen im Engineering.....	129
Integrierte Hochdruckverfahren.....	139
Kernkraftwerkstechnik.....	143
Laserfertigungstechnik.....	150
Lasermesstechnik.....	153
MEMS & Nanotechnologie.....	158
Materials for Aerospace Applications.....	168
Materialtheorie.....	170
Methoden der integrierten Produktentwicklung.....	175
Modellierung und Entwurf dynamischer Systeme.....	177
Motorische Verbrennung.....	181
Motormanagementsysteme.....	183
Multiscale Mechanics of Materials.....	187
Numerische Gasdynamik für Antriebs- und Energiesysteme.....	188
Offroad Maschinen: Produktverifikation.....	190

Offroad Maschinen: Systemanalyse.....	192
Plastizität und Materialschädigung (WP21).....	194
Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik.....	205
Prozessführung und Optimalsteuerung.....	210
Prozesstechnik.....	214
Reaktortheorie.....	215
Regenerative Energien.....	217
Schadensanalyse.....	219
Service Engineering.....	220
Simulation der Strömung in Turbomaschinen.....	222
Simulationstechnik in der Produktherstellung.....	224
Solidification Processing.....	226
Surface Science and Corrosion.....	230
Technologie des modernen Verbrennungsmotors.....	236
Turbomaschinen.....	243
Ver- und Entsorgungstechnik von Kraftwerken.....	249
Verschleißschutztechnologie.....	251
Werkstoffe der Energietechnik.....	252
Werkstoffe der biomedizinischen Technik u. bionische Materialforschung.....	254
Wissensbasierte Methoden.....	256

3) Technischer Wahlbereich M.Sc. MB

Hier finden Sie lediglich die von der Fakultät Maschinenbau angebotenen Technischen Wahlfächer. Modulbeschreibungen weiterer möglicher Module finden Sie in den entsprechenden Bereichen/ Fakultäten.

Abluftreinigung.....	15
Abwasserreinigung.....	17
Analyse biomechanischer Konstruktionen.....	31
Angewandte Reaktionstechnik in der Verfahrenstechnik.....	32
Anlagen- und Logistikplanung in der Chemieindustrie.....	33
Arbeits- und Anlagensicherheit (WP-E06).....	39
Auslegung von Triebwerks- und Gasturbinenverdichtern.....	44

Brennkammertechnologie für Flugtriebwerke.....	47
CO ₂ -Abscheidung aus Industrieprozessen.....	51
Computeranwendungen in der Prozessentwicklung.....	55
Digitalisierung in Entwicklung und Produktion am Beispiel von Lernfabriken.....	61
Dynamic Structures and Active Control.....	63
Einführung in die Rheologie.....	67
Elektrifizierte Fahrzeugantriebe.....	69
Elektrochemische Energiewandler.....	72
Energiespeichertechnologien und -anwendung.....	78
Entwicklung mechatronischer Systeme.....	82
Entwicklungsprojekt Formula Student RUB Motorsport.....	86
Erdgasinfrastrukturen: Von der Gaserzeugung bis zum Kunden.....	88
Fortgeschrittene Transmissionselektronenmikroskopie.....	108
Funktionelle Schichtverbunde für die Energietechnik.....	112
Ganzheitliche Planung energietechnischer Anlagen.....	114
Gasmesstechnik.....	118
Industrie 4.0 für Ingenieure.....	133
Instationäre Gasdynamik des Fahrzeugmotors.....	137
Introduction to Three-dimensional Materials Characterization Technics.....	141
Konstruktion in der Antriebstechnik.....	145
Künstliche Intelligenz für vernetzte eingebettete Systeme.....	148
Lasermedizintechnik.....	152
Lasertechnik.....	155
Luftqualität.....	157
Management nicht erneuerbarer u. erneuerbarer Ressourcen (WP-E13).....	160
Management und Organisation von Arbeit.....	162
Maschinen für die Energiewende.....	164
Mechanische Eigenschaften in kleinen Dimensionen.....	171
Mechanische Grundlagen der Strömungsmaschinen.....	173
Modellierung von Mikrostruktur und mechanischen Eigenschaften niedriglegierter Stähle.....	179
Porous Materials.....	195

Process Design.....	197
Produktkonfektionierung in der Lebensmitteltechnologie und Pharmazie.....	200
Prozess- und Umweltmesstechnik.....	204
Prozesssimulation energietechnischer Anlagen.....	212
Synthese biomechanischer Konstruktionen.....	232
Technische Innovationen.....	233
Technologie der Polymere.....	235
Transmission electron microscopy of crystal defects I (Advanced Users).....	239
Transmission electron microscopy of crystal defects II (Advanced Users).....	241
Turbulenzmodellierung.....	245
Umweltrisiken (WP-E08).....	246
Übungen zu Fortgeschrittene Transmissionselektronenmikroskopie.....	257

4) Nichttechnischer Wahlbereich M.Sc. MB

Hier finden Sie lediglich die von der Fakultät Maschinenbau angebotenen Nichttechnischen Wahlfächer. Modulbeschreibungen weiterer möglicher Module finden Sie in den entsprechenden Bereichen/ Fakultäten.

Arbeitswissenschaft (einschließlich Arbeitssicherheit).....	40
Business Development.....	49
Gewerblicher Rechtsschutz: Patentwesen in den Ingenieurwissenschaften.....	124
IT-gestützte Geschäftsprozesse am Beispiel von SAP-Standardsoftware.....	131
Industrielles Kunden-Management.....	135
Strategische kundenorientierte Führung eines Technologieunternehmens.....	227
Strategisches Management und Unternehmensführung.....	229

5) Fachwissenschaftliche Arbeit M.Sc. MB

Masterarbeit.....	166
-------------------	-----

Modul 3D-Simulation in der Automatisierungstechnik	
<i>3D-Simulation in Automation</i>	
Version 1 (seit SS16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden beherrschen die Grundlagen der 3D-Simulationstechnik. • Sie erwerben die Fähigkeit, automatisierungstechnische Aufgabenstellungen vorab über eine 3D-Simulation abzubilden und abzusichern. • Sie kennen die wichtigsten Methoden und Softwaresysteme zur Lösung <i>simulationstechnischer</i> Probleme. 	
Empfohlene Vorkenntnisse: Besuch der Vorlesung „Grundlagen der Automatisierungstechnik“	

Lehrveranstaltungen	
3D-Simulation in der Automatisierungstechnik Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. Alfred Hypki Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	
Inhalte: 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: <ul style="list-style-type: none"> · 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.	
--	--

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Prüfung : Klausur

Klausur / 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Bei geringer Teilnehmerzahl kann die Prüfung auch mündlich (30 min.) angeboten werden.

Modul Abluftreinigung	
<i>Gas Treatment</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald	3 LP / 90 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • 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 kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts. • 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen. • Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen. • Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. • Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. 	

Lehrveranstaltungen	
Abluftreinigung Lehrformen: Blockseminar Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Michael Schultes Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	2 SWS
Inhalte: Die stark gestiegene Forderung nach einer umweltfreundlichen Produktion von Gütern in der Industrie sowie die Erkenntnis, dass der Umweltschutz maßgeblich für die Erhaltung unserer Lebensqualität sorgt, hat dazu geführt, dass ständig innovative Techniken neben Standardlösungen eingesetzt werden. In der Vorlesung werden Adsorptionsverfahren, Chemisorptionsverfahren, katalytische und biologische Verfahren, Membranverfahren, Verbrennungsverfahren, Kondensationsverfahren usw. besprochen.	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium	

Medienformen:	
Beamer, Tafelvortrag	
Literatur:	
1. Fritz, W.; Kern, H.: Reinigung von Abgasen; Vogel-Verlag Würzburg (1992)	
2. Schultes, M.: Abgasreinigung; Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York (1996)	
Prüfung : Mündlich	
Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %	

Modul Abwasserreinigung <i>Wastewater Treatment</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald	3 LP / 90 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • 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 kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts. • 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen. • Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen. • Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. • Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. 	

Lehrveranstaltungen	
Abwasserreinigung Lehrformen: Blockseminar Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Michael Schultes Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	2 SWS
Inhalte: 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.	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium	

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium

Medienformen:

Beamer, Tafelvortrag

Literatur:

1. Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik, Band IV-VII; Ernst-Verlag Berlin (1985/86)
2. Kunz, P.: Behandlung von Abwasser; Vogel-Verlag Würzburg (1992)
3. Bank, M.: Basiswissen Umwelttechnik; Vogel-Verlag Würzburg (1993)

Prüfung : Mündlich

Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Additive Fertigung - Kunststoffe	
<i>Additive Manufacturing - Polymers</i>	
Version 1 (seit SS19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. J. Sehr	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: Nach Abschluss der Vorlesung Additive Fertigung - Kunststoffe sind die Studierenden in der Lage, die verschiedenen kunststoffbasierten additiven Fertigungsverfahren zu erklären, einzuordnen und die zugehörigen Konzepte kritisch zu hinterfragen. Neben den gängigsten additiven Fertigungsverfahren im Kunststoffbereich werden auch die vor- und nachgelagerten Prozessschritte sowie Werkstoffe und Konstruktionsrichtlinien für die Prozesse ergründet.	

Lehrveranstaltungen	
Additive Fertigung - Kunststoffe Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. J. Sehr Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte: Die Vorlesung Additive Fertigung - Kunststoffe setzt sich mit den Verfahrensgrundlagen zur schichtweisen Herstellung von Kunststoffbauteilen auseinander. 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 Werkstoffe und Energiequellen, bestehend aus Laserstrahl, UV- und Infrarot-Strahlung führt zu einem tiefen Verständnis der darauffolgenden Additiven Fertigungsverfahren für die Verarbeitung polymerer Werkstoffe. Es folgt die Beschreibung, Erläuterung und Diskussion der etablierten, heute kommerziell verfügbaren Schichtbauverfahren. Hierzu zählen u. a. die pulverbettbasierten Verfahren Laser-Sintern und Multi-Jet-Fusion, Vat Photopolymerization und Material Extrusion. Weitere Bestandteile der Vorlesung umfassen die additiv-gerechte Konstruktion, Qualitätssicherung und Wirtschaftlichkeit. Ein Überblick über aktuelle Forschungsschwerpunkte runden die Vorlesung ab. Die Vorlesung wird durch Übungen ergänzt, die das theoretische Wissen der Studierenden vertiefen und überdies die Additive Fertigung praxisbezogen veranschaulichen.	
Arbeitsaufwände: - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium	
Medienformen: Veranschaulichung mit PowerPoint, Folien und Videos	
Literatur:	

1. Gebhardt, A., Additive Fertigungsverfahren - Additive Manufacturing und 3D Drucken für Prototypen - Tooling - Produktion. Carl Hanser Verlag München, 2016. ISBN: 978-3-446-44401-0.
2. Schmid, M., Laser Sintering with Plastics: Technology, Processes, and Materials. Carl Hanser Verlag München, Cincinnati, 2018; ISBN 978-1-56990-683-5.
3. Eichler, Hans. J. Laser – Bauformen, Strahlführung, Anwendung. Springer Verlag, Berlin 2015. ISBN 978-3-642-41437-4.
4. Wohlers, T. T., Wohlers Report 2018. Fort Collins, CO, USA: Wohlers Associates Inc., 2018. ISBN 978-0-9913332-4-0.

Prüfung : Klausur

Klausur / 60 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Bonuspunkte i. H. v. 5 % können während der Vorlesung erbracht werden

Modul Additive Fertigung - Metalle <i>Additive Manufacturing - Metals</i>	
Version 1 (seit SS19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. J. Sehr	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: Nach Abschluss der Vorlesung Additive Fertigung - Metalle sind die Studierenden in der Lage, die verschiedenen und metallbasierten additiven Fertigungsverfahren zu erklären, einzuordnen und die zugehörigen Konzepte kritisch zu hinterfragen. Neben den gängigsten, additiven Fertigungsverfahren im Metallbereich werden auch die vor- und nachgelagerten Prozessschritte sowie Werkstoffe und Konstruktionsrichtlinien für die Prozesse ergründet.	

Lehrveranstaltungen	
Additive Fertigungstechnik - Metalle Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. J. Sehr Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS
Inhalte: Die Vorlesung Additive Fertigung - Metalle setzt sich mit den Verfahrensgrundlagen zur schichtweisen Herstellung metallischer Bauteile auseinander. 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 Werkstoffe und Energiequellen, bestehend aus Laserstrahl, Elektronenstrahl und Lichtbogen führt zu einem tiefen Verständnis der darauffolgenden Additiven Fertigungsverfahren für die Verarbeitung metallischer Werkstoffe. Es folgt die Beschreibung, Erläuterung und Diskussion der etablierten, heute kommerziell verfügbaren 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. Ein Überblick über aktuelle Forschungsschwerpunkte runden die Vorlesung ab. Die Vorlesung wird durch Übungen ergänzt, die das theoretische Wissen der Studierenden vertieft und überdies die Additive Fertigung praxisbezogen veranschaulicht.	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	
Medienformen: Veranschaulichung mit Powerpoint, Folien und Videos	
Literatur:	

1. Gebhardt, A., Additive Fertigungsverfahren - Additive Manufacturing und 3D Drucken für Prototypen - Tooling - Produktion. Carl Hanser Verlag München, 2016. ISBN: 978-3-446-44401-0.
2. Gibson, I., Additive Manufacturing Technologies 3D Printing, Rapid Prototyping and Direct Digital Manufacturing, 2nd Edition, Springer, New York 2015; ISBN 978-1-4939-2112-6
3. Milewski, John O. Additive Manufacturing of Metals – From Fundamental Technology to Rocket Nozzles. Springer Verlag 2017. ISBN 978-3-319-58205-4
4. Eichler, Hans. J. Laser – Bauformen, Strahlführung, Anwendung. Springer Verlag, Berlin 2015. ISBN 978-3-642-41437-4
5. Wohlers, T. T., Wohlers Report 2018. Fort Collins, CO, USA : Wohlers Associates Inc., 2018. ISBN 978-0-9913332-4-0

Prüfung : Klausur

Klausur / 60 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Bonuspunkte i.H.v. 5% können während der Vorlesung erbracht werden.

Modul Advanced Characterisation Methods	
<i>Advanced Characterisation Methods</i>	
Version 1 (seit WS13/14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen vertiefte Kenntnisse im Bereich der Rasterelektronenmikroskopie (REM) und der Durchstrahlungselektronenmikroskopie (TEM). • Sie kennen exemplarisch den Stand der modernen Forschung, verfügen über entsprechendes Fachvokabular und kennen modernste Methoden und Verfahren. • 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 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. 	

Lehrveranstaltungen	
Advanced Characterisation Methods Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Dr. rer. nat. Ch. Somsen, Priv.-Doz. Dr.-Ing. Jan Frenzel, Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler, Prof. Dr. Tong Li Sprache: Englisch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS
Inhalte: Dieses Modul wendet sich an fortgeschrittene Studierende und vermittelt vertiefte Kenntnisse im Bereich der Rasterelektronenmikroskopie (REM) und der Durchstrahlungselektronenmikroskopie (TEM). Dazu wird die Theorie der Bildentstehung und der Beugung von Elektronen an Festkörpern vertieft. Dann werden fortgeschrittene Verfahren besprochen und eingeübt. Dazu gehört die Bestimmung von Kristallitorientierungen im REM (OIM/EBSD) und TEM. Außerdem wird besprochen, wie man im Durchstrahlungselektronenmikroskop Versetzungsstrukturen (gb-Analyse) analysieren kann und welche Besonderheiten beim Arbeiten unter Höchstauflösungsbedingungen zu beachten sind. Es werden sowohl Vorlesungen als auch Übungen an den Instrumenten durchgeführt.	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium	

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Medienformen:

Projektor und Tafel

Literatur:

Vorlesungsbegleitende Literatur wird bekannt gegeben.

Prüfung : Advanced Characterisation Methods

Klausur / 180 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Advanced Materials Processing and Microfabrication <i>Advanced Materials Processing and Microfabrication</i>	
Version 1 (seit SS16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Werner Theisen	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen Sonderverfahren der Fertigungstechnik für Anwendungen in der Forschung und der industriellen Fertigung und exemplarisch den Stand moderner Forschung. • Sie können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen mit geeigneten Methoden lösen und praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. • Ihre Erkenntnisse/Fertigkeiten können die Studierenden auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. 	

Lehrveranstaltungen	
Advanced Materials Processing and Microfabrication Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler, Prof. Dr.-Ing. Werner Theisen, Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte: Im Modul Advanced Materials Processing and Microfabrication werden Schlüsseltechnologien der modernen Werkstoff- und Mikrosystemtechnik behandelt. Das Modul führt von den Grundvorgängen der Werkstoffherstellung (Erstarren, gerichtetes Erstarren und thermomechanische Folgebehandlungen wie dem Zone-Refining) über die Pulvermetallurgie, zu integrierten mikrostrukturellen, werkstofftechnischen Prozessen während der Anwendung. Dabei werden sowohl bei der Advanced Steel Technology, neuen Werkstoffen wie High-Entropy-Alloys und Single-Crystal-Materials und neuen Werkstoffbereichen wie der Mikrosystemtechnik (Processing und Integrity of Small Scale Systems) Schwerpunkte gesetzt. Die ingenieurwissenschaftlichen Themengebiete behandeln die Professoren des Instituts für Werkstoffe mit aktuellen Fragestellungen und Forschungsschwerpunkten. Themengebiete sind: Processing Fundamentals, High-Entropy-Alloys (Prof. Eggeler), Mikrosystemtechnik und Integrity of Small Scale Systems (Prof. Ludwig), Pulvermetallurgie, integrierte werkstofftechnische Prozesse und Advanced Steel Technology (Prof. Theisen).	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	
Prüfung : Klausur	

Klausur / 180 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Alternative Kfz-Antriebe*Alternative Vehicle Engines, Fuels and Processes*

Version 1 (seit SS15)

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Eifler

6 LP / 180 h

Lernziele/Kompetenzen:

Konventionelle Otto- und Dieselmotoren werden in verschiedenen Varianten und Adaptionen noch über Jahrzehnte die wesentlichen Antriebsaggregate für Straßenfahrzeuge darstellen. Um die sich verschärfenden gesetzlichen Anforderungen an zukünftige Verbrauchs-, CO₂- und Emissionsvorschriften zu erfüllen, werden aktuell eine Vielzahl von alternativen Mechaniken, Kreisprozessen, Kraftstoffen und Abgasnachbehandlungssystemen untersucht und in Pkw und Nutzfahrzeuge integriert. Selbst wenn Motoren z. B. nach einem Stirlingprozess-Prinzip derzeit als Hauptantriebsquelle undenkbar erscheinen, so kann dieses Verfahrensprinzip beispielsweise zur Integration in Waste-Energy-Recovery-Systeme im Abgasstrang zur Optimierung der Wirkungsgrade genutzt werden. Die Vorlesung schafft die theoretischen und praxisorientierten Grundlagen von alternativen Energiewandlungssystemen, um aktuelle Entwicklungen zu erläutern und das Potential für eine Praxisumsetzung zu bewerten.

Zu Beginn der Vorlesung erläutert eine zusammenfassende Darstellung der aktuellen energie- und klimapolitischen Situation in Deutschland und im globalen Umfeld, die Notwendigkeit zur Adaption der mobilen Systeme und zur Einführung von verbesserten Antrieben, bis hin zu den vollständig regenerativen Konzepten.

Durch die Beschreibung des Entwicklungsstandes moderner Antriebskonzepte werden die Anforderungsprofile und Lösungsvarianten erläutert, die zur Dominanz der konventionellen Antriebe geführt haben. Ausgehend vom Potential und der Systematik der konventionellen Kfz-Antriebe werden die alternativen Antriebskonzepte und Kraftstoffe definiert und Beispiele zu historischen Entwicklungen vermittelt.

Aus der Gesamtzahl der theoretisch möglichen thermodynamischen Kreisprozessverläufe werden die verschiedenen alternativen Antriebssysteme abgeleitet und bewertet. Neben dem Einsatz direkt im Verbrennungsmotor können die spezifischen Kreisprozesse mit ihren jeweiligen Vor- und Nachteilen auch in Anbauteilen und Erweiterungen im Abgasstrang Verwendung finden. Das Thema Waste-Energy-Recovery Abgas- und Kühlwasserenergie stellt aktuell hier einen der wichtigsten Entwicklungstrends dar.

Nach über 150 Jahren kontinuierlicher mechanischer Weiterentwicklung von Verbrennungsmotoren nach dem Hub- oder Drehkolben-Prinzip sind alternative Mechaniken nur noch für spezifische Einzelteile des Triebwerks sinnvoll denkbar. Nichtsdestotrotz resultieren aus diesen Weiterentwicklungen mögliche Prozessvorteile, wie dies beispielsweise durch starke Desachsierungen oder ungewöhnliche Kurbelgetriebe in Verbindung mit Miller- oder Atkinsonverfahren gegeben ist. Einen Überblick über die Alternative Mechanik bei Motoren gibt das vierte Kapitel der Vorlesung wieder.

Aufgrund der spezifischen Vorteile von Gasen hinsichtlich Emissionierung und CO₂-Emissionen erscheinen die Gasmotoren in den verschiedenen Varianten als eine sinnvolle Brückentechnologie für die Zukunft. Das Kapitel Motoren für Gasbetrieb erläutert die spezifischen Anforderungen, Eigenschaften und Adaptionsnotwendigkeiten für diesen Motorentyp.

Ein weiterer Megatrend sind die alternativen Ottomotoren-Kraftstoffe wie Alkohole oder im allgemeinen XtL- Kraftstoffe. Ein eigenständiges Kapitel behandelt die Eigenschaften dieser Kraftstoffe und die Notwendigkeit die Motoren entsprechend dahingehend anzupassen. Die Motorsteuerungssysteme und die spezifischen Aktuatoren müssen im Detail erläutert werden.

Ebenso werden moderne Dieselmotoren zunehmend mit alternativen Flüssigkraftstoffen wie gepresste Öle, Bio-Diesel, DME, OME usw. betrieben. Im Nachgang zu den bekannt gewordenen Emissionsproblemen der Dieselmotoren hinsichtlich Stickoxid und Rußpartikel können bei diesen durch den Einsatz dieser Kraftstoffe deutliche Vorteile erreicht werden.

Langfristig wird sich die Mobilität vor allem durch die beiden Technologien „reine Elektromobilität“ und „Wasserstoff-Mobilität“ gewährleisten lassen. Der Wasserstoff wird hierbei die Technologie der „Mittel- und Langstrecke“ werden. In einem Teilkapitel werden die Herstellung, die Eigenschaften, die Speicherung und die Applikation in konventionellen Hubkolben-Gasmotoren erläutert.

Hubkolbenmotoren werden mittelfristig durch Brennstoffzellen eine vollständige Ablösung erfahren. Den Abschluss der Vorlesung bildet eine Einführung in die Technik und Applikation von Brennstoffzellen für die mobilen Anwendungen. Es wird der Stand der Technik erläutert und ein Ausblick für die Zukunft gegeben.

Die Studierenden erhalten einen umfangreichen Fragenkatalog als Repetitorium zum umfangreichen Themenfeld.

Kenntnisse: Aufbauend auf den Vorlesungen zu konventionellen Motoren und Kraftstoffen wird ein Wissensstand zu den derzeit in Diskussion und Entwicklung befindlichen Alternativen und Weiterentwicklungen für mobile Antriebe erarbeitet. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, Entwicklungen kritisch zu bewerten und sinnvolle Alternativen zu erarbeiten. Die Studierenden kennen die vertieften Ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen im Bereich der Fahrzeugantriebstechnik und Motorsteuerungselektronik und exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung auf diesem Gebiet. Sie kennen hierbei modernste Methoden und Verfahren der Fahrzeug-Powertrain-Ingenieurwissenschaften und kennen Anwendungsbeispiele.

Fertigkeiten: Die Studierenden verfügen über die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken. Sie praktizieren erste Ansätze wissenschaftlichen Lernens und Denkens, können ingenieurtechnische Probleme modellieren und lösen. Mit geeigneten Methoden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) gelöst werden.

<p>Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, unkonventionelle Antriebssysteme in ihren konstruktiven und thermodynamischen Einzelheiten zu verstehen und zu bewerten. Sie werden durch die grundlegenden Darstellungen und Anwendungsbeispiele in die Lage versetzt, in der Praxis an der Weiterentwicklung dieser Systeme mitzuarbeiten und technisch sinnvolle von politischen Alternativen zu unterscheiden. Zudem kennen die Studierenden den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung und können komplexe Probleme im Bereich alternativer Fahrzeugantriebe modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und anwenden. Durch die Vorlesung und Übung können die erlangten Erkenntnisse und Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen werden. Die Studierenden verfügen in Bezug zur Kfz-Antriebstechnik über fachübergreifende Methodenkompetenz. Sie können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete maschinenbauliche / ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen übertragen und haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</p> <p>Die Veranstaltung vermittelt: Fachkompetenz 50%, Methodenkompetenz 30%, Systemkompetenz 15%, Sozialkompetenz 5%.</p>	
<p>Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse in allgemeiner Motorentchnik, Motorthermodynamik und Kreisprozesse, Mechanik der Verbrennungsmotoren</p>	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Alternative Kraftfahrzeug-Antriebe Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Eifler Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester</p> <hr/> <p>Inhalte: Einführung, globales und lokales Umfeld, Markt, Energiepolitik; Status der Kfz-Antriebstechnologie, gesetzliche Regelungen; Alternative Prozessführungen für thermische Energiewandler (Motoren); Alternative Mechanik für Motoren; Konventionelle Kraftstoffe: Vergleichsbasis für alternative Kraftstoffe; Energieträger und Kraftstoffe (XtL: Gase und Kraftstoffe aus Erdgas); Energieträger und Kraftstoffe (XtL: Kraftstoffe auf Kohlebasis); Energieträger und Kraftstoffe (XtL: Biokraftstoffe); Zertifizierung und Substitutionspotenziale; Wasserstoff und Einsatz im Verbrennungsmotor; Grundlagen der Brennstoffzellen für den Mobil-Einsatz</p> <p>Inhalte der Übung: Für die verschiedenen Kreisprozessverfahren werden Rechnungen zur theoretischen Arbeitsfähigkeit und Wirkungsgraden der jeweiligen Kreisprozesse durchgeführt und jeweils den konventionellen Motorenprozessen gegenübergestellt. Für die vielfältig vorhandenen alternativen Kraftstoffformen werden stöchiometrische und energetische Berechnung im Vergleich zu Otto- und Diesekraftstoff durchgeführt. Mit der</p>	<p>4 SWS</p>

Modellvorstellung des vollkommenen Motors werden Analysen zu gasförmigen, gemischten und regenerativen Kraftstoffen durchgeführt. Bei den alternativen Mechaniken werden im Vergleich die zusätzlich auftretenden Massenwirkungen und der Ausgleichsbedarf Motoren berechnet. Zum Kapitel Wasserstoff im Hubkolbenmotor wird eine Gesamtbilanz Well-to-Wheel demonstriert. Abschließend werden grundlegende Berechnungen des elektrochemischen Verhaltens von Fahrzeug-PEM-Brennstoffzellen ausgeführt und die Gesamtsysteme bewertet.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Medienformen:

Powerpoint-Folien, Vorlesungspodcasts, Animationen, Videos und reale Bauteile. Alle Informationen und umfangreiche Zusatzliteratur im Blackboard-System der RUB.

Literatur:

1. Pischinger R., Klell M. , Sams, T. - Thermodynamik der Verbrennungskraftmaschine - dritte Auflage - Springer 2009
2. Stan, Cornel - Alternative Antriebe für Automobile - Springer 2006
3. Van Basshuysen, R. , Schäfer, F. - Handbuch Verbrennungsmotor - 4. Auflage 2008 - Vieweg
4. Puls, T. Alternative Antriebe und Kraftstoffe – Forschungsberichte IDW – Nr. 15 – 2006
5. Dingel, O. (Hrsg.) – Gasfahrzeuge II – Expert-Verlag 2006
6. Schleder , F. – Stirlingmotoren , 2 Auflage - Vogel-Verlag – 2004
7. Karamanolis - Brennstoffzellen - Vogel Fachbuch 2003
8. Eichlseder, H., Klell, M. - Wasserstoff in der Fahrzeugtechnik , Vieweg 2009
9. Stan, Cornel - Thermodynamik des Kraftfahrzeugs, Springer 2003
10. Zima, S.; Ficht, R.: Ungewöhnliche Motoren - Vogel Verlag , 3. Aufl. 2010

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Prüfungsvorleistungen :

Teilnahme an den Vorlesungen und Übungen

Modul Analyse biomechanischer Konstruktionen	
<i>Analysis in Biomechanics</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Ulrich Witzel	3 LP / 90 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts und exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung. • Sie können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen und praktizierten wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. • Ihre Erkenntnisse/Fertigkeiten können die Studierenden auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. 	

Lehrveranstaltungen	
Analyse biomechanischer Konstruktionen Lehrformen: Vorlesung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Ulrich Witzel Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	2 SWS
Inhalte: Einführung in die Bionik, 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.	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium	

Prüfung : Analyse biomechanischer Konstruktionen Mündlich / ca. 45 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Angewandte Reaktionstechnik in der Verfahrenstechnik <i>Applied Reaction Engineering for Process Engineering</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. R. Span	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen thermodynamische Grundlagen von Reaktionen. • Die Studierenden können energetische Größen von Reaktionen berechnen. • Die Studierenden können Reaktionsgleichgewichte und die Kinetik chemischer Reaktionen an Beispielen aus der chemischen Technik beschreiben und berechnen. • Die Studierenden haben einen Einblick in die Vorgänge bei der heterogen und homogen ablaufenden Katalyse und ihre technische Anwendung. • Die Studierenden kennen den Einfluss von Stofftransportvorgängen auf heterogen ablaufende Reaktionen. • Die Studierenden können ideale Reaktoren für einfache Reaktionen auslegen. • Die Studierenden haben einen Überblick über Verfahren zur Herstellung von Basischemikalien und die dabei eingesetzten Reaktoren. 	

Lehrveranstaltungen	
Angewandte Reaktionstechnik in der Verfahrenstechnik Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. B. Weidner Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Thermodynamische Grundlagen von Reaktionen: Reaktionsenthalpie, Reaktionsentropie, Reaktionsgibbsenergie, 3. Hauptsatz der Thermodynamik • Reaktionsgleichgewichte: Massenwirkungsgesetz, Bestimmung von Gleichgewichten, Berechnung von Simultangleichgewichten, Beeinflussung der Gleichgewichtslage • Kinetik chemischer Reaktionen: Reaktionsgeschwindigkeitsansätze für einfache und komplexe Reaktionen, Temperatureinfluss, Aktivierungsenergie, experimentelle Methoden, Anwendung auf technisch relevante Reaktionen • Ablauf von Polymerisations- und Kettenreaktionen und Explosionen • heterogene und homogene Katalyse: Teilschritte, Geschwindigkeitsansätze, Stofftransportphänomene, Optimierungsansätze • Mehrphasenreaktionen und Mehrphasenreaktoren: Beschreibung und Anwendungsbeispiele Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	

Prüfung : Mündlich Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Anlagen- und Logistikplanung in der Chemieindustrie <i>Plant and Logistics Engineering in the Chemical Industry</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden kennen im Bereich der Anlagen- und Logistikplanung modernste Methoden und Verfahren und kennen Anwendungsbeispiele. Sie sind in der Lage: <ul style="list-style-type: none"> • Im Team Projekte zu bearbeiten. • Eigenständig kurze Berichte abfassen zu können, welche die Arbeitspakete beschreiben, für die Verantwortung übernommen wurde. Selbige Inhalte in Präsentationsform zusammenzufassen und darstellen zu können. • Interdisziplinär andere Projektmitglieder verstehen zu können und eigene Ergebnisse interdisziplinär verständlich kommunizieren zu können. • Eigene Ergebnisse und Fragen den Anforderungen einer verteilten, u.U. asynchronen Kommunikation und Kommunikation über Videokonferenzen entsprechend aufarbeiten zu können. • Anlagen- und Logistikplanung theoretisch zu verstehen und praktisch anzuwenden zu können und auf neue Problemstellungen zu übertragen. 	

Lehrveranstaltungen	
Anlagen- und Logistikplanung in der Chemieindustrie Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Stefan Lier Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS
Inhalte: Im Team arbeiten können und Projektarbeit kennenlernen. Eigenständig kurze Berichte abfassen können, welche die Arbeitspakete beschreiben, für die Verantwortung übernommen wurde. Selbige Inhalte in Präsentationsform zusammenfassen und darstellen können. Interdisziplinär andere Projektmitglieder verstehen können und eigene Ergebnisse interdisziplinär verständlich kommunizieren können. Eigene Ergebnisse und Fragen den Anforderungen einer verteilten, u.U. asynchronen Kommunikation und Kommunikation über Videokonferenzen entsprechen aufarbeiten zu können. Anlagen- und Logistikplanung theoretisch zu verstehen und praktisch anwenden zu können.	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	

Prüfung : Mündlich Mündlich , Anteil der Modulnote : 100 % Beschreibung :

Portfolioprüfung: Gruppenpräsentation (40%) und individueller Bericht als Management Review mit kurzem Reflexionsteil (60%)

Modul Anlagentechnik <i>Plant Design and Construction</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden sollen in der Lage sein:	
<ul style="list-style-type: none"> • die Strukturierung eines einfachen Prozesses und des zugehörigen Planungsprozesses durchzuführen; • eine einfache Bilanzierung einer Anlage mit Abschätzung der Betriebskosten auszuführen; • das Potential einer Wärmeintegration erkennen und umsetzen; • die Problematik der Schallemission eines Industriebetriebes zuerkennen und Schlussfolgerungen abzuleiten. 	

Lehrveranstaltungen	
Anlagentechnik Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS
Inhalte: In der Vorlesung werden die Phasen und Methoden der Planung und die Arbeitsweise des Betriebes von Industrieanlagen der chemischen, Kraftwerks- und artverwandten Industrie, etc. erläutert. Dazu werden zunächst typische Anlagenarten vorgestellt. Die unterschiedlichen Zielsetzungen von Anlagenbetrieb und Anlagenbau werden anhand der Strukturierung der zugehörigen Unternehmen diskutiert, für ein allgemeines Anlagenbau-Projekt die Projekt-Strukturierung und Organisationsstrukturen erläutert und um die für die Planung notwendigen Investitions- und Produktionskostenbetrachtungen ergänzt. Ausgehend von der Vorlesung Prozesstechnik (keine Voraussetzung), in der die Prozesssynthese und Prozessentwicklung stattfindet, startet die Vorlesung Anlagentechnik mit einer detaillierten Beschreibung der beiden Phasen der Anlagenplanung:	
<ul style="list-style-type: none"> • Das Basic-Engineering mit der Erstellung der Mengen- und Enthalpiebilanzen der Anlagenkomponenten unter Einbindung des prozessintegrierten Umweltschutzes, der wärmetechnischen Standortoptimierung durch die Pinchpoint-Technik und der Umsetzung des Prozessführungs- und Steuerungskonzeptes und endet mit der Prozess-Darstellung im Grund- und Verfahrens- und bzw. RI-Fließbild. 	
Als weitere Planungsschritte wird das Detail-Engineering als apparate- und maschinentechnische Umsetzung der geplanten Prozesskomponenten erläutert.	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	

Medienformen:

Beamer, Overhead-Projektor

Literatur:

1. G. Bernecker, Planung und Bau verfahrenstechnischer Anlagen, VDI-Verlag 1984
2. K. Sattler, W.Kasper, Verfahrertechnische Anlagen, Wiley-VCh-Verlag Weinheim 2000
3. Hirschberg, H.G., Handbuch Verfahrenstechnik und Anlagenbau, Springer Verlag, 1999

Prüfung : Mündlich

Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Antriebstechnik <i>Drive Technology</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierende besitzen Reflektions- und Urteilsfähigkeit, die unterschiedlichen Anforderungen, die an Antriebsstränge gestellt werden, einzuordnen und einzelne Elemente des Antriebsstrangs anforderungsgerecht auszuwählen. • Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, Simulationsmethoden zur Beurteilung des dynamischen Verhaltens des Antriebsstrangs auszuwählen und anzuwenden. • Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, Messergebnisse an Antriebssträngen kritisch auf Basis ihrer Methodenkenntnisse zu analysieren. <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts. • Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung. • 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 haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. • Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. 	

Lehrveranstaltungen	
Antriebstechnik Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS
Inhalte: Die Vorlesung analysiert die unterschiedlichsten Typen von Antrieben, z.B. Antriebe, die selbsthemmend sein müssen, große Lasten in Bewegung setzen können, die besonders geräuscharm arbeiten oder gute Wirkungsgrade aufweisen. In diesem Zusammenhang wird auch auf weniger bekannte Elemente, wie hydrodynamische Kupplungen oder hydrostatische Getriebe eingegangen. Einen weiteren Schwerpunkt bildet die dynamische Simulation von Antriebssträngen. Dabei wird auch auf nicht lineare Systeme eingegangen. Außerdem behandelt die Vorlesung den grundsätzlichen Aufbau von MKS-Systemen und zeigt die Anwendung von kommerziellen Programmen an einfachen Beispielen.	

Arbeitsaufwände:	
- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium	
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	

Prüfung : Antriebstechnik
Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Arbeits- und Anlagensicherheit (WP-E06) <i>Occupational and Plant Safety</i>	
Version 2 (seit SS17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald	3 LP / 90 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen im sicherheitstechnischen Bereich exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung. • Die Studierenden haben 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. • Sie haben dabei auch eine interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben. 	
Häufigkeit des Angebots: siehe Lehrveranstaltung(en)	

Lehrveranstaltungen	
Arbeits- und Anlagensicherheit Lehrformen: Vorlesung (2 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. J. Neumann Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	2 SWS 3 LP / 90 h
Inhalte: Gefahrstoffe, Primäre und Sekundäre Schutzsysteme, Freisetzung und Ausbreitung, Risikoanalyse, Zuverlässigkeit, Brand- und Brandschutz, Sicherheitstechnische Kenngrößen, Explosionen und Explosionsschutz, Schall und Lärmschutz, Laser Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium Medienformen: Beamer, Tafelvortrag	
Literatur: Wird während der Veranstaltung bekannt gegeben bzw. ausgeteilt.	

Prüfung : Klausur Klausur / 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 % Beschreibung : Mündliche Prüfung (30 Minuten) nur bei kleiner 10 Teilnehmern

Modul Arbeitswissenschaft (einschließlich Arbeitssicherheit) <i>Occupational Science (including Occupational Safety)</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: PD Dr.-Ing. C. Treier	3 LP / 90 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen Grundlagen angrenzender, für den Maschinenbau relevanter Ingenieurwissenschaften und organisatorische Aspekte. • Sie haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden. • Ferner verfügen die Studierenden über fachübergreifende Methodenkompetenz. 	

Lehrveranstaltungen	
Arbeitswissenschaft (einschließlich Arbeitssicherheit) Lehrformen: Blockseminar Lehrende: PD Dr.-Ing. C. Treier Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	2 SWS
Inhalte: Die Arbeit des Menschen ist einer der zentralen Erfolgsfaktoren im Unternehmen, um nachhaltig effiziente, qualitativ hochwertige und damit konkurrenzfähige Produkte und Dienstleistungen zu erstellen bzw. anzubieten. Die Lehrveranstaltung will die Grundlagen des Fachgebietes vermitteln, indem sie die folgenden Inhalte thematisiert, wobei der Fokus „Methoden und Werkzeuge“ dazu beitragen soll, auch nicht behandelte oder nur angerissene ergonomische Themenbereiche durch Selbststudium für gestalterische Problemlösungen zugänglich zu machen: <ul style="list-style-type: none"> • Grundprinzipien und Bedeutung der Arbeitswissenschaft (Arbeitssystem, Belastungsbeanspruchung) • Physiologische und psychologische Grundlagen • Rolle und Bedeutung von „Humannormen“ • Transfer arbeitswissenschaftlicher Erkenntnisse in Gestaltungsfelder (Interface: Mensch(en) – technisches System) • Analyse, Bewertung und Gestaltung von Arbeitsplätzen/-systemen • Einführung in die arbeitssystemorientierte Prozessanalyse und –gestaltung • Sicherheitsgerichtete Perspektiven bei der Gestaltung von Arbeitsplätzen/-systemen • Gesetzliche Rahmenbedingungen mit arbeitswissenschaftlichen Inhalten • Grundlagen der betrieblichen Arbeitsorganisation • Arbeitswissenschaftliche Kernelemente moderner Managementsysteme (Prozessorientierung, kontinuierliche Verbesserung, "Gerichtsfestigkeit") • Organisatorische Bausteine des Arbeits- und Gesundheitsschutzes und deren Integration in ein umfassendes (Sicherheits-) Management. 	
Arbeitsaufwände:	

- | | |
|---|--|
| - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium | |
| - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium | |

Prüfung : Klausur

Klausur / 60 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

<p>Modul Auslegung hybrider Antriebsstränge <i>Design of Hybrid Drive Trains</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Eifler</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>Konventionelle Otto- und Dieselmotoren werden noch über Jahrzehnte die wesentlichen Antriebsaggregate für Straßenfahrzeuge darstellen. Das Modul baut auf dem im Bachelormodul „Kfz-Motoren“ erworbenen <u>Basiswissensstand</u> auf und vertieft die Herleitung von einfachen aber realistischen mathematischen Modellen zur Beschreibung von Komponenten und deren Synthese zu hybriden Antriebssträngen. Es wird gezeigt, wie diese Modelle benutzt werden können, um mit verschiedenen Optimierungsstrategien die optimale Antriebsstrangkonfiguration bzw. das optimale Energiemanagement zu finden.</p> <p>Die Studierenden kennen die vertieften ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen im Bereich der Fahrzeugantriebstechnik und exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung auf diesem Gebiet. Sie kennen hierbei modernste Methoden und Verfahren der Fahrzeug-Powertrain-Ingenieurwissenschaften und kennen Anwendungsbeispiele.</p> <p>Die Studierenden verfügen über die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken. Sie praktizierten erste Ansätze wissenschaftlichen Lernens und Denkens, können ingenieurtechnische Probleme modellieren und lösen. Mit geeigneten Methoden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) gelöst werden.</p> <p>Die Studierenden verfügen in Bezug zur Kfz-Antriebstechnik über fachübergreifende Methodenkompetenz. Sie können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete maschinenbauliche / ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen übertragen und haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</p> <p>Die Veranstaltung vermittelt: Fachkompetenz 50%, Methodenkompetenz 30%, Systemkompetenz 15%, Sozialkompetenz 5%.</p>	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Auslegung hybrider Antriebsstränge Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Dr. habil. Thomas Böhne, Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Eifler Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p>Inhalte:</p> <p>Beginnend mit der Vorlesung werden die Grund-Hybridformen (seriell, parallel und leistungsteilend) und deren Mischformen betrachtet. Alle wesentlichen Komponenten (Verbrennungskraftmaschine, E-Maschine, Hochvoltbatterie, etc.) innerhalb des Antriebsstrangs werden in möglichst einfacher mathematischer Form beschrieben, so</p>	

dass sie für eine mathematisch, simulationsorientierte Optimierung zugänglich sind. Ein wesentliches Kriterium für eine erfolgreiche Simulation und Auslegung ist die Granulierung der Modelle. Die Studierenden lernen die wesentlichen Vor- und Nachteile von einfachen Mittelwertmodellen bis hin zu komplexen dynamischen Modellen kennen, sowie den Einfluss wichtiger Größen wie z.B. Temperatur. Des Weiteren wird die Unterscheidung zwischen einer Strukturoptimierung, Parameteroptimierung und Regleroptimierung vermittelt. Der zweite Teil der Vorlesung widmet sich der Optimierung der zuvor mathematisch beschriebenen Antriebsstränge. Den Studierenden wird eine Einführung in die statische und dynamische Optimierung gegeben mit der Behandlung von State-of-the-Art Lösungsverfahren. Anhand von praxisrelevanten Beispielen wird gezeigt, wie diese Optimierungsverfahren ihren Einsatz bei der Struktur- und Parameteroptimierung finden. Den Studierenden wird gezeigt, dass für eine Minimierung des Kraftstoffverbrauchs nicht nur die Auslegung der Hardwarekomponenten sondern auch die der Regelungen eine Rolle spielen. Anhand der Optimalsteuerungstheorie lassen sich recht einfach analytische, verbrauchsoptimale Steuerungen herleiten, die für eine Echtzeit-Realisierung geeignet sind. Abgerundet wird das Thema mit der numerischen Behandlung von schaltenden Systemen, wie sie in Fahrzeugen unzählig vorhanden sind.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Medienformen:

Blackboard, (zukünftig Moodle)

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 50 %

Prüfung : Auslegung hybrider Antriebsstränge

Hausarbeit / 120 Zeitstunden , Anteil der Modulnote : 50 %

Modul Auslegung von Triebwerks- und Gasturbinenverdichtern <i>Design of Jet-Engine and Gas-Turbine Compressors</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Francesca di Mare	3 LP / 90 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • 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 mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen. • 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • 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. 	

Lehrveranstaltungen	
Auslegung von Triebwerks- und Gasturbinenverdichtern Lehrformen: Vorlesung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Reinhard Mönig Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	2 SWS
Inhalte: Grundlagen kompressibler und transsonischer Strömungen, Transsonische Fan- und Verdichterstufen, Modellierung des Betriebsverhaltens von Verdichterstufen, Betriebsverhalten vielstufiger Axialverdichter, Auslegung vielstufiger Axialverdichter, Einfluss unterschiedlicher Designphilosophien auf das Betriebsverhalten	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium	

Prüfung : Mündlich Mündlich, Prüfungsleistung / ca. 45 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 % Beschreibung : Ab einer Teilnehmerzahl größer 10 kann die Prüfung auch schriftlich durchgeführt werden.
--

Modul Beispiele der simulationsgestützten Prozessentwicklung	
<i>Chemical Process Design Examples</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen im Bereich des Designs von Prozessen exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung einschließlich entsprechender Prozesssimulationstools. • Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritisch zu denken und sind in der Lage etablierte Methoden bei der Prozesssynthese auszuwählen, anzuwenden und Prozesse zu entwerfen. • Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten dabei auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. 	

Lehrveranstaltungen	
Beispiele der simulationsgestützten Prozessentwicklung	4 SWS
Lehrformen: Vorlesung (1 SWS), Übung (3 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. Julia Riese Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	
Inhalte: Die Studierenden lernen mit Hilfe des Simulationsprogramms Aspen Plus™ Aufgabenstellungen aus der Prozessentwicklung mithilfe der Simulationssoftware zu lösen und bereits bestehende Prozesse zu optimieren. Aufbauend auf dem Wissen aus dem Modul Prozesstechnik werden die ‚einfachen‘ Methoden der Prozessentwicklung überprüft und der Unterschied zur simulationsgestützten Prozessentwicklung herausgearbeitet. Den Schwerpunkt bildet dabei die selbstständige verfahrenstechnischen Prozessentwicklung, in der alle bisher erworbenen Grundlagen aus dem Bereich Verfahrenstechnik Anwendung finden. Für einen komplexen Prozess mit Reaktion und mehrfacher Stofftrennung wird zuerst die strategische Vorgehensweise beim Entwurf des Prozesses mit den Ansätzen der Prozesssynthese mittels heuristischer Regeln diskutiert. Hierzu dienen existierende Prozesse als Beispiele. Dazu werden die für eine erfolgreiche Lösung des Problems einzuhaltenden prozesstechnischen Randbedingungen erarbeitet und anschließend in einer Gesamtsimulation umgesetzt. Nach der Abbildung des Prozesses in Aspen Plus™ wird dieser anhand einer Parameterstudie optimiert. Dabei werden die Aspekte, unter denen eine solche Optimierung erfolgen kann, diskutiert und von den Studierenden priorisiert.	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	

Medienformen:	
----------------------	--

Beamer, Active-Board	
----------------------	--

Prüfung : Mündlich

Mündlich / ca. 20 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %
--

Beschreibung :

Gruppenprüfung je Teilnehmer 20 min.

Modul Brennkammertechnologie für Flugtriebwerke <i>Combustor Technology for Aero-Engines</i>	
Version 1 (seit SS19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Francesca di Mare	3 LP / 90 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen im Bereich Triebwerksbrennkammer exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung sowie moderne Methoden und Verfahren und Anwendungsbeispiele • Die Studierenden erwerben das Verständnis, Einzelaspekte als verknüpfte Teile des Gesamtsystems Triebwerksbrennkammer zu sehen • Die Studierenden können Problemstellungen in physikalischen, z.T. interdisziplinären Systemen mit geeigneten Ansätzen lösen • Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken • Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen 	
Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Verbrennung	

Lehrveranstaltungen	
Brennkammertechnologie für Flugtriebwerke Lehrformen: Vorlesung (2 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. Thomas Behrendt Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	2 SWS
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Die Brennkammer im Triebwerk • Aufbau und Anforderungen an die Brennkammer • Ausgewählte Themen der Brennkammer, z.B.: <ul style="list-style-type: none"> o Verbrennung im Triebwerk o Schadstoffe und Konzepte zur Schadstoffminderung o Zerstäubung und Gemischaufbereitung o Flammenstabilisierung o Brennkammerkühlung und Werkstoffe o Brennkammervorentwurf o Aspekte aus Forschung und Entwicklung 	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium	

Prüfung : Mündlich

Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Ab einer Teilnehmerzahl größer 10 kann die Prüfung auch schriftlich durchgeführt werden.

Modul Business Development	
<i>Business Development</i>	
Version 1 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner	5 LP / 150 h
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>Das Modul Business Development richtet sich an Studierende, die im industriellen Umfeld die strategische Geschäftsfeldentwicklung 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 Erlernete wird an konkreten Beispielen erläutert.</p> <p>Die Einbringung Ihrer fachlichen Kompetenzen ist gewünscht, um in möglichst interdisziplinären Gruppen aktiv Fallbeispiele bzw. Szenarien zu bearbeiten, zu diskutieren und zu präsentieren.</p> <p>Grundlagen der Betriebswirtschaft und/oder der Wirtschaftswissenschaften und des technischen und nichttechnischen Produktdesigns sind vorteilhaft.</p>	

Lehrveranstaltungen	
Business Development	4 SWS
<p>Lehrformen: Vorlesung mit Übung</p> <p>Lehrende: Dr.-Ing. M. Renner</p> <p>Sprache: Deutsch</p> <p>Häufigkeit des Angebots: jedes Semester</p>	
<p>Inhalte:</p> <p>Technische Produktinnovationen und die Erschließung neuer Geschäftsfelder bieten immense Chancen und zeitgleich Risiken. Die Lehrveranstaltung vermittelt einen Leitfaden für die Entwicklung und Evaluation von Ideen und deren Überführung in neue Geschäftsfelder bzw. in die Weiterentwicklung bestehender Geschäftsfelder. 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 635-Methode, Design Thinking, die Osborne-Checkliste, Cross-Industry Analogies, Reifegradmodell-basiertes Management, die Morphologische Matrix, die Nutzwertanalyse etc.</p> <p>Das Erlernete soll in Gruppenarbeiten mit Hilfe realitätsnaher Szenarien und Beispielen gefestigt werden.</p> <p>In einer Hausarbeit wird ein Unternehmensprofil erarbeitet (vor allem in Hinblick auf die Art und Weise wie im jeweiligen Unternehmen Innovationen geschaffen und umgesetzt werden) und der Gruppe im Rahmen der Vorlesung vorgestellt.</p> <p>Diese Veranstaltung eignet sich für Masterstudierende der Fachrichtungen Maschinenbau und Sales Engineering and Product Management</p>	

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 56 h Präsenzstudium
- Hausarbeiten: 9 h Eigenstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 85 h Eigenstudium

Medienformen:

Beamer, Flipchart- und Tafelanschrieb

Literatur:

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.

Prüfung : Mündlich

Mündlich, Produktpräsentation und Lernportfolio , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul CO2-Abscheidung aus Industrieprozessen <i>CO2 Separation in industrial processes</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. V. Scherer	6 LP / 180 h
<p>Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden kennen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • CO2-Quellen, alternative Energieträger und das Konzept der CO2-Abtrennung, Speicherung und Nutzung. • exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung, • modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften und kennen Anwendungsbeispiele. <p>Ferner können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen fachübergreifend mit geeigneten Methoden lösen, • Erkenntnisse auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. <p>Die Studierenden haben</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</p>	

Lehrveranstaltungen	
<p>CO2-Abscheidungen aus Industrieprozessen Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Projekt, Exkursion Lehrende: Priv.-Doz. Dr.-Ing. M. Schiemann Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester</p>	4 SWS
<p>Inhalte: Aufbauend auf der Definition, den Ursachen und Auswirkungen von Klimawandel werden Arten von CO2-Quellen und alternative Energieträger betrachtet. Das Konzept der CO2-Abtrennung und Speicherung wird erläutert. Technische Maßnahmen zur CO2-Abtrennung wie Post-Combustion, Oxy-Fuel-Combustion und Pre-Combustion Capture werden diskutiert. Hierbei werden rechtliche Aspekte und Kosten betrachtet. Der Transport per Pipeline und Schiff wird behandelt. Risiken, Sicherheitsaspekte und Überwachung werden für die genannten Verfahren diskutiert. Als Speicherarten werden geologische Speicherung sowie die Speicherung im Ozean betrachtet. Karbonatbildung sowie die stoffliche Nutzung von CO2 werden diskutiert. Abschließend werden Komponentenkosten und CCS-Nutzungsszenarien betrachtet.</p>	

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Prüfung : Mündlich

Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

zusätzlich erfolgt eine Projektarbeit (Arbeitsaufwand 20h). Die Projektarbeit ist Zulassungsvoraussetzung zur mündl. Prüfung

Modul Computational Fracture Mechanics	
<i>Computational Fracture Mechanics</i>	
Version 1 Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Alexander Hartmaier	6 LP / 180 h
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.	
Empfohlene Vorkenntnisse: basic knowledge about solid mechanics and plasticity	

Lehrveranstaltungen	
Computational Fracture Mechanics	4 SWS 6 LP / 180 h
Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)	
Lehrende: Prof. Dr. Alexander Hartmaier, Dr.-Ing Hamad ul Hassan	
Sprache: Englisch	
Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	
Inhalte: Subject aims	
<ul style="list-style-type: none"> • 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 	
Arbeitsaufwände:	
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	
- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium	
Medienformen:	

lecture, seminar, computer simulations (guided and independent)

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Abhängig von der Teilnehmerzahl findet eine schriftliche oder eine mündliche Prüfung statt. Die mündliche Prüfung würde 30 Minuten dauern.

Modul Computeranwendungen in der Prozessentwicklung <i>Computer Applications in Process Development</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. M. Petermann	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich der Prozesssimulation. • Die Studierenden kennen im Bereich der Prozesssimulation exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung. • Die Studierenden kennen im Bereich der Prozesssimulation modernste Methoden und Verfahren und können die Prozesssimulationstools einsetzen. • Die Studierenden können komplexe Problemstellungen in Prozesssimulationstools umsetzen und mit geeigneten Methoden lösen. • Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage die Ergebnisse der Prozesssimulation zu reflektieren und zu hinterfragen. • Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken und üben dies an Beispielprozessen mit Hilfe der Prozesssimulation. • Die Studierenden können komplexe Problemstellungen in Prozesssimulationstools umsetzen und sind in der Lage eigene Lösungsansätze zu entwickeln und umsetzen. • Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten aus den vorgestellten Prozessen auf konkrete und neue Problemstellungen in der Prozesssimulation übertragen. 	

Lehrveranstaltungen	
Computeranwendungen in der Prozessentwicklung Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. M. Petermann Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte: <p>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 thermodynamischer 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</p>	

Studierende an die Nutzung des Simulationstools Aspen Plus herangeführt und müssen dabei aktuelle industrielle Prozesse der Verfahrenstechnik analysieren und optimieren.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Literatur:

Für die Vorlesung werden eine umfangreiche Foliensammlung und weiterführende Unterlagen über die E-Education-Plattform „Moodle“ zur Verfügung gestellt. Zusätzlich steht das Handbuch des Prozesssimulationstools zur Verfügung

Prüfung : Computeranwendungen in der Prozessentwicklung

Seminar / 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Es handelt sich um ein Blockseminar in dem sowohl die Umsetzung und Lösung einer spezifischen Aufgabe in Aspen Plus als auch die abschließende Präsentation der Ergebnisse und die Qualität eines Handouts als Zusammenfassung bewertet wird.

Modul Computersimulation von Fluidströmungen <i>Computer Simulation of Fluid Flow</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Francesca di Mare	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen grundlegende Verfahren zur numerischen Lösung der Erhaltungsgleichungen der Strömungsmechanik. • Sie kennen exemplarisch den Stand moderner Forschung, Anwendungsbeispiele und verfügen über entsprechendes Fachvokabular. Allgemeine Ziele und Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen. • Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. 	

Lehrveranstaltungen	
Computersimulation von Fluidströmungen Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. David Engelmann Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS
Inhalte: Diese Lehrveranstaltung behandelt grundlegende Verfahren zur numerischen Lösung der Erhaltungsgleichungen der Strömungsmechanik. Ausgehend von der Klassifizierung der Differentialgleichungen werden zunächst einfache, ausgewählte partielle Differentialgleichungen besprochen, um das grundsätzliche numerische Verhalten zu erläutern. Auf der Basis der Druckkorrekturmethode werden dann Lösungsverfahren für die stationären und instationären Transportgleichungen behandelt, wobei sowohl Finite-Differenzen- als auch Finite-Volumen-Verfahren Anwendung finden. Auf die Gitternetzgenerierung und die Anwendung von geeigneten Gleichungslösern wird ebenso eingegangen wie auf die Turbulenzmodellierung. Eigene Beispiel-Programme veranschaulichen die prinzipielle Vorgehensweise. Die Demonstration eines kommerziellen Simulationsprogramms zeigt allgemein den Einsatz und die verschiedenen Lösungsmöglichkeiten auf.	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	

Prüfung : Klausur Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %
--

<p>Modul Dampfturbinen für heutige und künftige Energiesysteme <i>Steam Turbines for Present and Future Energy Systems</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Francesca di Mare</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen das Einsatzspektrum von Dampfturbinen und exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung. • Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften/des Maschinenbaus und kennen Anwendungsbeispiele auch mit Blick auf künftige Energiesysteme. • 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken und können diese Kompetenz auf Anwendungen an der industriellen Praxis spiegeln. • 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. 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Dampfturbinen für heutige und künftige Energiesysteme Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS), Exkursion Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Th. Thiemann Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p>Inhalte: 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.</p> <p>Arbeitsaufwände: - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium</p>	

<p>Prüfung : Mündlich Mündlich / ca. 45 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 % Beschreibung : Ab einer Teilnehmerzahl >= kann die Prüfung auch schriftlich angeboten werden.</p>
--

Modul Demand and Supply in Energy Markets	
<i>Demand and Supply in Energy Markets</i>	
Version 1 (seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch	6 LP / 180 h
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>The students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • name different types of energy markets for different energy carriers • explain the purpose and functionality of the different energy markets • name the main technological and socio-economic drivers of energy demand • explain how the main technological and socio-economic drivers change energy demand over time or between energy carriers • discuss how the expansion of renewable energy sources, energy efficiency and energy systems integration across sectors and scales impact energy demand and supply within and across energy carriers • interpret results from case studies discussed in the course and draw conclusions for planning the energy transition. <p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • verschiedene Arten von Energiemärkten für verschiedene Energieträger zu benennen • den Zweck und die Funktionalität der verschiedenen Energiemärkte zu erläutern • die wichtigsten technologischen und sozioökonomischen Einflussfaktoren auf die Energienachfrage zu benennen • zu erläutern, wie die wichtigsten technologischen und sozioökonomischen Einflussfaktoren den Energiebedarf im über die Zeit oder zwischen Energieträgern verändern • zu erörtern, wie sich der Ausbau erneuerbarer Energiequellen, Energieeffizienz sowie eine sektoren- und skalenübergreifende Energiesystemintegration auf die Energienachfrage und das Energieangebot innerhalb und zwischen Energieträgern auswirken • Ergebnisse aus den im Kurs diskutierten Fallstudien zu interpretieren und Schlussfolgerungen für die Planung der Energiewende zu ziehen. 	

Lehrveranstaltungen	
Demand and Supply in Energy Markets Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch Sprache: Englisch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS
Inhalte:	

The course Demand and Supply in Energy Markets provides students with a structured overview of the different types of energy markets for different energy carriers as well as their respective purpose and functionality. The course focusses on the interdependencies between markets and the demand and supply side and provides an understanding of the main drivers of energy demand, including technological as well as socio-economic drivers. For instance, the course discusses how market prices can incentivise changes in energy demand, e.g., over time or between energy carriers. Special emphasis will be placed on the impact of technological progress and change (e.g., the shift towards renewable energy supply, developments in energy efficiency and energy systems integration across sectors and scales) on energy demand and supply within and across energy carriers. Overall, the insights provided by the course are therefore highly relevant for planning the energy transition.

Der Kurs Demand and Supply in Energy Markets vermittelt den Studierenden einen strukturierten Überblick über die verschiedenen Arten von Energiemärkten für verschiedene Energieträger sowie deren Zweck und Funktionalität. Der Kurs konzentriert sich auf die Interdependenzen zwischen Märkten und der Nachfrage- und Angebotsseite und vermittelt ein Verständnis für die wichtigsten Treiber der Energienachfrage, einschließlich technologischer und sozioökonomischer Faktoren. So wird beispielsweise diskutiert, wie Marktpreise Anreize für Veränderungen des Energiebedarfs schaffen können, z.B. im Zeitverlauf oder zwischen Energieträgern. Besonderes Augenmerk wird auf die Auswirkungen des technologischen Fortschritts und Wandels (z.B. die Umstellung auf erneuerbare Energien, Entwicklungen bzgl. Energieeffizienz sowie sektoren- und skalenübergreifende Energiesystemintegration) auf Energiebedarf und -angebot innerhalb und zwischen Energieträgern gelegt. Insgesamt sind die Erkenntnisse aus dem Kurs daher sehr relevant für die Planung des Energieübergangs.

Arbeitsaufwände:

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium
- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium

Medienformen:

Power-Point Präsentation Tafel, Overhead-Projektor, Smartboard

Prüfung : Klausur

Klausur / 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Digitalisierung in Entwicklung und Produktion am Beispiel von Lernfabriken <i>Digitization in development and production</i>	
Version 1 (seit SS19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter	6 LP / 180 h
<p>Lernziele/Kompetenzen: Mit Industrie 4.0 als Zukunftsvision des deutschen Produktionsstandorts stellt sich die Frage, wie bestehende Produktionssysteme mit neuen, digitalen Möglichkeiten vereint bzw. weiterentwickelt werden können. Die Fertigkeiten und Fähigkeiten im Bereich der Bewertung, Umsetzung und Einführung digitalisierter Prozesse sind für Unternehmen dabei von herausragender Bedeutung. Die Studenten werden dazu befähigt, Methoden und Instrumente im Rahmen der Digitalisierung der Produktion anzuwenden.</p> <p>Haptisch erfahrbar werden die Veränderungen durch Übungen in 3 verschiedenen Lernfabriken in Deutschland gemacht (Ruhr-Universität Bochum, TU-Darmstadt, Hochschule Reutlingen)</p>	
<p>Teilnahmevoraussetzungen: Teilnahmebeschränkung, Anmeldung erfolgt über den Lehrstuhl</p>	

Lehrveranstaltungen	
<p>Digitalisierung in Entwicklung und Produktion am Beispiel von Lernfabriken Lehrformen: Blockseminar, Exkursion Lehrende: Dr.-Ing. Christopher Prinz Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester</p>	
<p>Inhalte: Das Tutorium soll als übergreifendes Kursangebot in drei unterschiedlichen Lernfabriken stattfinden. Jede der Lernfabriken fokussiert sich dabei auf einen anderen Zeitpunkt des Produktlebenszyklus. Die ESB Business School der Hochschule Reutlingen beschäftigt sich vor allem mit den Bereichen Logistik und</p> <p>Materialmanagement, das PTW der TU Darmstadt setzt den Schwerpunkt in der Produktionsplanung und Fertigung und die LPS Lernfabrik der Universität Bochum konzentriert sich unter anderem auf die Montage und das Thema Assistenzsysteme. Die Studierenden lernen so Methoden, Technologien und Instrumente zur Digitalisierung der Entwicklung und Produktion kennen. In jeder Lernfabrik werden ca. 3 Tage absolviert. Dabei wird zwischen Theorie- und Praxisteilen gewechselt. In Übungen in den Lernfabriken werden die Studierenden das gelernte Wissen in Lehr-Lern- Arrangement, bestehend aus Problem- und Aufgabenstellung, anwenden. Für weitere Informationen besuchen Sie die Webseite des Lehrstuhls für Produktionssysteme. (www.lps.rub.de)</p>	
<p>Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium</p>	

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	
--	--

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %
--

Modul Dynamic Structures and Active Control	
<i>Dynamic Structures and Active Control</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Tamara Nestorovic	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • The students acquire overall competence in fundamental methods of active structural control. • They can apply the acquired knowledge to concrete and particular engineering problems. 	

Lehrveranstaltungen	
Dynamic Structures and Active Control Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr. Tamara Nestorovic, Prof. Dr. rer. nat. Khanh Chau Le Sprache: Englisch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS
Inhalte: <p>The course introduces the first principles of the dynamics of discrete and continuous mechanical systems: Newton's laws and Hamilton variational principles. The force and energy methods for deriving the equation of motion for systems with a finite number of degrees of freedom as well as for continuous systems are demonstrated. The energy conservation law for conservative systems and the energy dissipation law for dissipative systems are studied. Various exact and approximate methods for solving dynamical problems, along which the Laplace transform method, the method of normal mode for coupled systems, and the Rayleigh method are developed for the free and forced vibrations. Various practical examples and applications to resonance and active vibration control are shown.</p> <p>Further, an overall insight of the modeling and control of active structures is given within the course. The terms and definitions as well as potential fields of application are introduced. 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 modelling methods in structural mechanics enables the students to understand the application of control approaches. Finite element modeling is an important prerequisite in structural control. Basics of the numerical model development are introduced. Control methods include time-continuous as well as 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 pointed out on the basis of a pole placement method. Closed-loop controller design for active structures is explained. Different application examples and problem solutions show the feasibility and importance of the control methods for structural</p>	

development. The term, design and implementation of observers in the controller design are introduced in terms of the practical aspects of structural control.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Prüfung : Klausur

Klausur / 150 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Dünne Schichten und Hochdurchsatzmethoden in der Materialforschung <i>Thin films & High Throughput Methods in Materials Science</i>	
Version 1 (seit SS16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • 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. • Zentraler Aspekt der Vorlesung ist, den Studierenden vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen in diesen Bereichen zu vermitteln. • Anhand von zahlreichen Beispielen lernen die Studierenden den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung im Bereich dünner Schichten und kombinatorischer Materialforschung kennen. • Desweiteren erwerben die Studierenden vertiefte, auch interdisziplinäre, Methodenkompetenz und können diese nach der Vorlesung auch situativ angepasst anwenden. • Das Modul bereitet die Studierenden auf die Durchführung einer Masterarbeit vor. 	

Lehrveranstaltungen	
Dünne Schichten und Hochdurchsatzmethoden in der Materialforschung Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS 6 LP / 180 h
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Überblick zu verschiedenen Herstellungstechniken von dünnen Schichten (PVD, CVD, ...) • Welchen Einfluß haben die Herstellungsparameter auf die Eigenschaften der Schichten? • Welchen Einfluß haben Prozessierungsparameter wie z.B. nachträgliches Glühen? • Charakterisierungsmethoden für dünne Schichten • Kombinatorische Materialentwicklung mit Hilfe dünner Schichten • Design of Experiment • Herstellung und Charakterisierung von Dünnschicht-Materialbibliotheken • Datenvisualisierung in Form von Zusammensetzungs-Prozessierung-Struktur-Funktions-Diagrammen • Data Mining • Anwendungen dünner Schichten 	

Arbeitsaufwände:	
- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium	
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	
Prüfung : Klausur	
Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %	

Modul Einführung in die Rheologie <i>Introduction to Rheology</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind mit den Grundlagen der Rheologie und den damit verknüpften physikalischen Größen vertraut. • Die Studierenden haben ein Gefühl für die Größenordnung der Viskosität verschiedener Stoffe. • Die Studierenden kennen die verschiedenen Grundtypen des Fließverhaltens. • Die Studierenden kennen die technischen Schwierigkeiten beim Umgang mit nicht-wasserähnlichen Flüssigkeiten. • Die Studierenden beherrschen im Bereich der Rheometrie modernste Methoden und Verfahren der Messtechnik und Analyse und kennen Anwendungsbeispiele. • Die Studierenden kennen im Bereich der Rheologie den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung. • Die Studierenden sind in der Lage, etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden. • Die Studierenden können komplexe Strömungsprobleme in physikalischen Systemen mit geeigneten mathematischen Methoden lösen. • Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. 	

Lehrveranstaltungen	
Einführung in die Rheologie Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. Stefan Pollak Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte: Bei der Betrachtung von Flüssigkeiten wird in vielen Fällen ein sehr vereinfachtes Fließverhalten zugrunde gelegt. Für eine Auslegung vieler Anwendungen und Prozesse ist dies jedoch nicht ausreichend. In der Vorlesung Rheologie sollen die Hörer mit verschiedenen Arten des Fließverhaltens und daraus resultierenden Effekten vertraut gemacht werden. Nach einer Einführung in die Rheologie wird dabei insbesondere auf nicht-newtonsche Flüssigkeiten eingegangen. Es werden Methoden der Viskosimetrie und Rheometrie vorgestellt. Der Stoff wird anhand verschiedener praktischer Beispiele veranschaulicht und entwickelt. Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken im Rahmen eines Praxistages im Labor und wenden Erlerntes in einem Versuch zur Viskosimetrie an.	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium	

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Medienformen:

PowerPoint und Tafelvortrag

Literatur:

1. W. M. Kulicke, Fließverhalten von Stoffen und Stoffgemischen, Hüthig & Wepf Verlag, Basel [u.a.], 1986
2. T. G. Mezger, Das Rheologie Handbuch, Vincentz Network, Hannover, 2010
3. G. Schramm, Einführung in Rheologie und Rheometrie, Thermo Haake GmbH, Karlsruhe, 2002

Prüfung : Einführung in die Rheologie

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Elektrifizierte Fahrzeugantriebe	
<i>Electrified Drivetrains</i>	
Version 1 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. • Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen. • Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. • Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts. • Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen. • Die Studierenden sind in der Lage, eine grundlegende Auslegung der Komponenten einer elektrischen Antriebseinheit anhand eines gegebenen Lastenkatalogs für eine Fahrzeuganwendung vorzunehmen. • Die Studierenden können das dynamische Verhalten von elektrifizierten Antriebssträngen beschreiben. • Die Studierenden kennen die Kennfelder der Wandlungswirkungsgrade von Batterien, Leistungselektronik und elektrischen Maschinen und ihre Parameterabhängigkeiten und können Betriebsstrategien formulieren. • Die Studierenden kennen die Anforderungen an den Antriebsstrang hinsichtlich der sensiblen Geräuschsituation in einem Elektrofahrzeug. 	

Lehrveranstaltungen	
Elektrifizierte Fahrzeugantriebe Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. A. Docter Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS

Inhalte:

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, Öl und 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.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Prüfung : Elektrifizierte Fahrzeugantriebe

Klausur, Prüfungsleistung / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

<p>Modul Elektrische Antriebe</p> <p><i>Electric Drives</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15)</p> <p>Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Eifler</p>	
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>Modulbeschreibung s. Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik</p>	

<p>Modul Elektrochemische Energiewandler <i>Electrochemical energy converters</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. V. Scherer</p>	<p>4 LP / 120 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen den Aufbau und die Funktion kontinuierlich arbeitender elektrochemischer Energiewandler. • Ihnen sind die komplexen Wechselwirkungen innerhalb von elektrochemischen Zellen, Stacks und Systemen bewusst. • Die Studierenden verfügen über Wissen, welche Kraftstoffe in solchen Wandlern genutzt werden können und welche Anforderungen an die Kraftstoffe gestellt werden. Ein zentrales Thema ist die Erzeugung, Nutzung und Bevorratung von Wasserstoff. <p>Ferner können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stoff- und Energieströme in elektrochemischen Wandlern bilanzieren. • Systeme und Komponenten zur elektrochemischen Energiewandlung geeignet dimensionieren. • Die Effizienz und die Beeinflussung durch die eingesetzten Komponenten rechnerisch ermitteln. • Fragestellungen, die sich in technischen Systemen ergeben, abstrahieren und mit geeigneten fachübergreifenden Methoden lösen sowie Verfahren auswählen und anwenden. 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Elektrochemische Energiewandler Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. Martin Müller Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	<p>3 SWS</p>
<p>Inhalte: Die Lehrveranstaltung vermittelt grundlegende Inhalte über Aufbau und Funktion elektrochemischer Energiewandler wie Brennstoffzelle und Elektrolysezelle. Es werden die thermodynamischen Grundlagen dieser Wandler erklärt. Darauf aufbauend werden unterschiedliche Zell- und Zellstapelaufbauten vorgestellt. Es wird auf die komplexen Wechselwirkungen innerhalb solcher Systeme eingegangen, diese sind geprägt von diffusiven Transportvorgängen in porösen Schichten, den elektrischen Eigenschaften der Komponenten (Kontaktierung und Leitung), der elektrochemischen Umsetzung an Katalysatorschichten und des ionischen Transportes im Elektrolyten. Die technische Realisierung solcher Systeme wird erläutert. Behandelt werden alkalische Elektrolyse, Polymerelektrolyt-Elektrolyse und Hochtemperatur-Elektrolyse sowie Polymerelektrolyt-Brennstoffzellen, Phosphorsaure-Brennstoffzellen, Schmelzkarbonat-</p>	

Brennstoffzellen und Oxidkeramische-Brennstoffzellen. Dabei wird auch auf Aufbau und Verschaltung der notwendigen peripheren Systemkomponenten eingegangen. Die Herstellung der Zell- und Stackkomponenten wird grob umrissen.

Einerseits wird das physikalisch-technische Verständnis der Zusammenhänge und Wechselwirkungen im jeweiligen elektrochemischen System vermittelt, zum anderen werden die energiewirtschaftlichen Randbedingungen und Potentiale besprochenen. Die begleitende Übung vertieft den Lehrstoff durch Rechenbeispiele.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 45 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 75 h Eigenstudium

Prüfung : Mündlich

Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Ab einer Teilnehmerzahl > 20 wird eine schriftliche Prüfung durchgeführt.

Modul Embedded Systems <i>Embedded Systems</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Martin Mönningmann	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Kernaspekt ist es, den Studierenden im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Regelungstechnik/der Ingenieurwissenschaften sowie Anwendungsbeispiele zu vermitteln. • Weiterhin wird exemplarisch im Bereich des Studienschwerpunkts der Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung aufgezeigt. Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden. • Sie praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken, so dass Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen werden können. • Die Studierenden haben zudem vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. So können Sie komplexe regelungstechnische/mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen. • Als Nebeneffekt können die Studierenden zu diesen komplexen ingenieurtechnischen Problemen eigene Ansätze entwickeln und umsetzen. • Sie kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts. • Die Studierenden erwerben einen Überblick über die Arten, Stärken und Schwächen von aktuellen Einbaurechnern und lernen Ansätze und Werkzeuge zum Entwurf von eingebetteten Systemen kennen. • Die Studierenden sind in der Lage, für eine gegebene steuerungs- und regelungstechnische Aufgabe einen geeigneten Typ von Einbaurechner anhand von Kriterien wie Baugröße, numerischer Leistungsfähigkeit oder elektrischen Leistungsanforderungen auszuwählen. • Die Studierenden kennen die aktuellen Ansätze zur softwaretechnischen Umsetzung von Steuerungen und Regelungen auf Einbaurechnern und können exemplarische Werkzeuge zur Umsetzung einsetzen. 	

Lehrveranstaltungen	
Embedded Systems Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Martin Mönningmann Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte: Zunächst wird ein Überblick über kommerziell verfügbare Hardware zur Umsetzung von Einbaurechnern gegeben und auf den Mangel an Standardisierung im Bereich	

Embedded Systems eingegangen. Verschiedene Typen von Hardware wie Mikrokontroller oder programmierbare logische Schaltungen werden hinsichtlich ihrer rechnerischen Leistungsfähigkeit, ihrer elektrischen Leistungsaufnahme, ihrer Baugröße, ihrer Verlässlichkeit und ihres Preises klassifiziert. Im Gegenzug wird die Komplexität unterschiedlicher steuerungs- und regelungstechnischer Aufgaben diskutiert, um Entscheidungshilfen für die Wahl geeigneter eingebetteter Systeme abzuleiten. Entwurfsansätze und –werkzeuge werden vorgestellt und im Kontext von Validierungstechniken diskutiert. Grundlegendes Wissen über Schnittstellen, Protokolle und Echtzeitanforderungen wird vermittelt. Methoden für zeitdiskrete Systeme, die für die Modellierung und Programmierung von eingebetteten Systemen relevant sind, werden eingeführt. Ein zentrales Anwendungsbeispiel ist die Lagebeobachtung mit Hilfe von Inertialsensoren.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

<p>Modul Energieaufwendungen und Ökobilanzierung <i>Energy Demand and Life Cycle Assessment</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Hermann Josef Wagner</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden kennen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die Entstehungsmechanismen von energiebedingten Luftschadstoffen und Klimagasen, • Methoden zur Bilanzierung kumulierter Energieaufwendungen und darauf aufbauend der Ökobilanzierung kennen lernen und die Kompetenz zu haben sie anwenden zu können, • exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung, • Fachvokabular und Anwendungsbeispiele. <p>Ferner können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Die Studierenden haben</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</p>	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Energieaufwendung und Ökobilanzierung Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Hermann Josef Wagner Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p>Lernziele:</p>	
<p>Inhalte:</p> <p>Einführung in die durch die Energieumwandlung bedingten Emissionen und ihre Minderungsmöglichkeiten sowie Grundlagen der Ökobilanzierung: Entstehung von Luftschadstoffen und Klimagasen, Ausbreitung von Luftschadstoffen, gesundheitliche Auswirkungen, Grenzwerte, Stoffströme, kumulierter Energieaufwand und kumulierte</p>	

Emissionen, methodisches Vorgehen beim Life Cycle Assessment, Definition von Wirkungskategorien, Ökobilanzierung.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Medienformen:

Power-Point Präsentation. Tafel, Overhead-Projektor

Prüfung : Klausur

Klausur / 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Energiespeichertechnologien und -anwendung <i>Energy Storage Technologies and Applications</i>	
Version 2 (seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Christian Dötsch	3 LP / 90 h
Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> • kennen Funktion bzw. Notwendigkeit von Energiespeichern • kennen die verschiedenen Speichertechnologien, Ihre Vor- und Nachteile, • Anwendungsgrenzen etc. • können geeignete Speicher auswählen, diese auslegen und Prozessparameter berechnen • können ingenieurtechnische Grundlagen aus dem Bachelor-Studium zur Analyse und Bewertung der Anwendungen verwenden • können verschiedene Speicher-Technologien und -Anwendungen modellieren, simulieren und an Hand dessen vergleichen 	

Lehrveranstaltungen	
Energiespeichertechnologien und -anwendung Lehrformen: Vorlesung (2 SWS) Lehrende: Prof. Christian Dötsch Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	3 SWS
Inhalte: 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, Thermische Speichersysteme und Chemische Speichersysteme. Darüber hinaus noch der Betrieb von elektrischen Speichersystemen in verschiedenen Anwendungen sowie die technoökonomische Simulation 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); Modellierung von Speichern und Simulation in verschiedenen Anwendungen unter techno-ökonomischen Gesichtspunkten.	
Arbeitsaufwände: - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium	

Prüfung : Klausur

Klausur , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Die Modulprüfung kann ab einer Teilnehmerzahl ≤ 10 auch mündlich durchgeführt werden.

<p>Modul Energy Systems Analysis <i>Energy Systems Analysis</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen: The students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> • name categories of energy systems models and their respective algorithms • name methods for generating input for energy systems models in a structured way • explain the concepts behind different categories of energy systems models • apply selected methods and models to practical problems (e.g. unit commitment optimization) • apply selected methods for generating input for energy systems models in a structured way • 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 <p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kategorien von Energiesystemmodellen und ihre jeweiligen Algorithmen zu benennen. • Methoden zur strukturierten Bereitstellung von Input(daten) für Energiesystemmodelle zu benennen. • die Konzepte hinter verschiedenen Kategorien von Energiesystemmodellen zu erklären. • ausgewählte Methoden und Modelle auf praktische Probleme anzuwenden (z.B. Kraftwerkseinsatzoptimierung). • ausgewählte Methoden zur strukturierten Bereitstellung von Input für Energiesystemmodelle anzuwenden. • Ergebnisse aus Energiesystemmodellen zu interpretieren und Schlussfolgerungen zu ziehen, um die Entscheidungsfindung zu unterstützen. • Stärken und Schwächen der eingesetzten Methoden und Modelle zu diskutieren und Verbesserungspotenziale zu diskutieren und abzuleiten. 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Energy Systems Analysis Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch Sprache: Englisch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p>Inhalte:</p>	

The course Energy Systems Analysis provides students with an overview of the goals, methods and application areas of energy systems analysis. The transformation of the energy system into a defossilised system, associated with the expansion of renewable energies (RE), comes along with a number of challenges. For instance, the expansion of RE leads to a decentralization of the energy supply as well as an increasing fluctuation and uncertainty, especially in the case of wind and solar power. In order to overcome the resulting challenges, it is necessary to identify an efficient combination of different technical and regulatory elements, taking into account the interactions between individual elements. This is the core task of energy system analysis, which makes a significant contribution to the analysis and evaluation of technologies and measures in energy systems.

Die Vorlesung Energiesystemanalyse vermittelt den Studierenden einen Überblick über Ziele, Methoden und Einsatzgebiete der Energiesystemanalyse. Der mit dem Ausbau Erneuerbarer Energien (EE) verbundene Umbau des Energiesystems hin zu einem defossilisierten System bringt zahlreiche Herausforderungen mit sich. U.a. geht der EE-Ausbau mit einer Dezentralisierung der Energieversorgung sowie mit einer steigenden Fluktuation und Unsicherheit einher, insb. im Fall von Wind- und Solarkraft. Um die resultierenden Herausforderungen zu bewältigen, gilt es, eine effiziente Kombination verschiedener technischer und regulatorischer Elemente unter Berücksichtigung der Wechselwirkungen zwischen einzelnen Elementen zu identifizieren. Dies ist Kernaufgabe der Energiesystemanalyse, die einen wesentlichen Beitrag zur Analyse und Bewertung von Technologien und Maßnahmen in Energiesystemen leistet.

Arbeitsaufwände:

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium
- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium

Medienformen:

Power-Point Präsentation Tafel, Overhead-Projektor, Smartboard

Prüfung : Klausur

Klausur / 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

<p>Modul Entwicklung mechatronischer Systeme <i>Development of Mechatronic Systems</i></p>	
<p>Version 2 Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Beate Bender</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen: Zielsetzung: Ausgehend von den Inhalten der Vorlesung „Mechatronische Systeme“ werden vertiefend die integrativen Zusammenhänge von Entwicklungsprozessen und mechatronischen Produkten behandelt, wobei insbesondere das Potential der Zusammenarbeit unterschiedlicher Fachdomänen aufgezeigt wird. Als Grundlage werden die Methoden und Werkzeuge zur Analyse und Synthese im Entwicklungsprozess mechatronischer Produkte angewendet.</p> <p>Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, die integrativen Zusammenhänge sowohl von Entwicklungsprozessen als auch von mechatronischen Produkten zu verstehen. Sie erkennen das Potenzial der integrierten Produktentwicklung und der simultanen Zusammenarbeit unterschiedlicher Fachdomänen und erlernen Methoden und Werkzeuge der Analyse und Synthese für den mechatronischen Entwicklungsprozess. Sie können die grundlegenden Zusammenhänge der Variantenbildung von mechatronischen Systemkomponenten erfassen und anwenden. Des Weiteren können sie Entwicklungsaufgaben interdisziplinär und teamorientiert bearbeiten und lösen.</p>	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Entwicklung mechatronischer Systeme Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. Marc Neumann Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p>Inhalte: Die Lehrveranstaltung behandelt basierend auf einem ganzheitlichen Systemverständnis die methoden- und modellbasierte Entwicklung mechatronischer Systeme. Hierzu werden einleitend Vorgehensweisen, Methoden und Werkzeuge mechatronischer Entwicklungsprozesse vorgestellt und dabei die Disziplinen übergreifenden Merkmale herausgearbeitet. In den vertiefenden Kapiteln werden entlang eines vollständigen Entwicklungsprozesses zunächst die Analyse und Modellierung von Produktanforderungen vermittelt und an Leitbeispielen demonstriert. Dem schließt sich die Behandlung des Disziplinen übergreifenden Systementwurfs mit den Phasen der Konzipierung und Modellierung an. Dabei werden neuartige Ansätze zur Modellbildung vertieft und mit Hilfe von Rechnerapplikationen konkretisiert. Die Lehrinhalte werden in mitlaufenden Übungen angewendet. Den zweiten Teil der Veranstaltung bildet ein Praxisseminar, in dem die</p>	

Studierenden ein mechatronisches System in Gruppenarbeit vollständig entwickeln und realisieren.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Prüfung : Klausur

Klausur / 180 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Ca. 30% der Klausur nimmt auf das Praxisseminar Bezug. Die Teilnahme wird daher dringend angeraten.

<p>Modul Entwicklung von Motormanagementsystemen <i>Development of engine control systems</i></p>	
<p>Version 1 Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Eifler</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Entwicklung von Motormanagementsystemen Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. Jens Steinmill Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p>Inhalte: 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.</p>	

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.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Medienformen:

Powerpoint-Folien, Tafelanschrieb, Animationen, Videos und reale Bauteile.

Literatur:

Alle Informationen und umfangreiche Zusatzliteratur in der e-learning Plattform Moodle

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

<p>Modul Entwicklungsprojekt Formula Student RUB Motorsport <i>Development Project Formula Student RUB Motorsport</i></p>	
<p>Version 1 (seit WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. A. Kilzer</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>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.</p> <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>Voraussetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gefestigte Ingenieurskenntnisse in Bereich Mechanik, Werkstoffe, Fertigungstechnik • Grundkenntnisse im CAD • Hohe Motivation und Leistungsbereitschaft 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Entwicklungsprojekt Formula Student - RUB Motorsport Lehrende: Prof. Dr.-Ing. A. Kilzer Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	<p>2 SWS</p>
<p>Inhalte: Die Veranstaltung besteht aus vier Komponenten:</p>	

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.

Arbeitsaufwand:

- Besteht aus 2 SWS (30h Präsenzzeit)
- Eigenanteil: Ausarbeitung/Entwicklung und Präsentation einer Lösung (150h)

Anmerkung: Die Anzahl der Teilnehmer ist auf 30 begrenzt.

Prüfung : Mündlich

Mündlich / ca. 15 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Prüfungsvorleistung: Dokumentation der eigenen Entwicklung und deren Ergebnis

Prüfungsleistung: Präsentation, ca. 15-minütige Präsentation mit anschl. Diskussion: 100%

<p>Modul Erdgasinfrastrukturen: Von der Gaserzeugung bis zum Kunden <i>Natural Gas Infrastructure: The Route from Gas Generation to the Customer</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. V. Scherer</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, • exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung, • modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften und kennen Anwendungsbeispiele. <p>Ferner können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen fachübergreifend mit geeigneten Methoden lösen, • Erkenntnisse auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. <p>Die Studierenden haben</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</p>	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Erdgasinfrastrukturen: Von der Gaserzeugung bis zum Kunden Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Exkursion Lehrende: Prof. Dr. rer. nat. Gerald Linke Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	<p>3 SWS</p>
<p>Inhalte: Die Vorlesung „Erdgasinfrastrukturen: Von der Gaserzeugung bis zum Kunden“ vermittelt einen vertieften Einblick in die aktuelle Gaswirtschaft und ihre Veränderung. Nach einem Überblick über die verfügbaren Erdgasarten und ihre Eigenschaften werden die Vor- und Nachteile im Vergleich zu anderen Energieträgern besprochen. Dabei werden die juristischen Aspekte des Erdgashandels 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 (z.B. E.ON) 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</p>	

und Untertagetchnik) die Rolle des Speichers zu. Die erläuterten Zusammenhänge werden abschließend anhand von Exkursionen zu einer Erdgas Verdichterstation und zur „Dispatchingzentrale“ der Open Grid Europe verdeutlicht. Diese beiden Exkursionen sind Pflichtveranstaltungen und sind in Hausarbeit vorzubereiten.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Prüfung : Erdgasinfrastrukturen: Von der Gaserzeugung bis zum Kunden

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Prüfungsvorleistungen :

Teilnahme an den beiden Exkursionen

<p>Modul Fachlabor Energietechnik <i>Practical Lab Energy Management</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Dr.-Ing. David Engelmann</p>	<p>3 LP / 90 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen: Das Fachlabor im Masterstudium dient generell dem Erwerb von experimentellen Fähigkeiten, die für den Einstieg in eine experimentelle (fach-) wissenschaftliche Arbeit notwendig sind. Darüber hinaus werden das Präsentieren eigener experimenteller Ergebnisse sowie das Protokollieren und Aufbereiten von Messergebnissen eingeübt.</p> <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Fachlabor Energietechnik Lehrformen: Praktikum Lehrende: Prof. Dr.-Ing. V. Scherer, Prof. Dr. Francesca di Mare, Prof. Romuald Skoda, Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Eifler, Prof. Dr.-Ing. Hermann Josef Wagner Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Semester</p>	<p>2 SWS</p>
<p>Inhalte: Im Fachlabor Energietechnik steht die Untersuchung von Maschinen und Apparaten aus dem Bereich der Energietechnik mit Hilfe ausgewählter Messtechniken im Mittelpunkt. So sollen die verschiedenen Einflussgrößen, Wechselwirkungen und das Betriebsverhalten bestimmt und beschrieben werden. Die Studierenden sollen erkennen, wie geeignete Messtechniken eingesetzt werden können, um Energieprozesse in Maschinen und Apparaten zu beschreiben und zu beurteilen. Die Untersuchung der Messunsicherheit und der Vergleich mit theoretischen Ansätzen sollen das Problem der Genauigkeit aufzeigen. Das Fachlabor ist eine Gemeinschaftsveranstaltung der Lehrstühle für Energiesysteme und Energiewirtschaft (LEE), Energieanlagen und Energieprozesstechnik (LEAT),</p>	

Thermische Turbomaschinen und Flugtriebwerke (TTF), Verbrennungsmotoren (LVM) sowie Hydraulische Strömungsmaschinen (HSM).

Das Labor besteht aus den folgenden Versuchen, die regelmäßig aktualisiert werden und daher variieren können:

WiSe:

- Energiebilanz eines Brennstoffzellen-Systems
- Funktion und Einsatzmöglichkeiten eines gasbetriebenen Blockheizkraftwerkes
- Strömungsmessung mit Laser-Doppler-Anemometrie
- Experimentelle Bestimmung der Strömungsparameter eines Verdichterprofils
- Vermessung von Strömungskoeffizienten mithilfe einer Flußbank
- Druckverteilung am NACA-Profil

SoSe:

- Brennwertbestimmung eines festen Brennstoffes mittels Kalorimeter
- Elementaranalyse
- Experimentelle Bestimmung der Strömungsparameter eines Verdichterprofils
- Kavitation in Kreiselpumpen
- Numerischer Kreiselpumpenprüfstand

Arbeitsaufwände:

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium
- Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium

Prüfung : Praktikum

Praktikum

Beschreibung :

Teilnahme an den Praktikumsversuchen im Winter- oder im Sommersemester. In jedem Versuch ein Kolloquium, von je einem ausgewählten Versuch eine Ausarbeitung, bzw. eine Präsentation.

Das Fachlabor Energietechnik findet über ein Semester statt.

<p>Modul Fachlabor Konstruktions- und Automatisierungstechnik <i>Practical Laboratory Course in Construction and Automation Technology</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Martin Mönningmann</p>	<p>3 LP / 90 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen: Das Fachlabor im Masterstudium dient generell dem Erwerb von experimentellen Fähigkeiten, die für den Einstieg in eine experimentelle (fach-) wissenschaftliche Arbeit notwendig sind. Darüber hinaus werden das Präsentieren eigener experimenteller Ergebnisse sowie das Protokollieren und Aufbereiten von Messergebnissen eingeübt. Im Fachlabor Konstruktions- und Automatisierungstechnik stehen im Vordergrund:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Methoden in ihrer paktischen Anwendung und die dazugehörigen Geräte und Versuchsaufbauten kennenlernen. • Lernen, die Versuchsprotokolle in Form eines Arbeitsberichtes zu erstellen. • Lernen, die gestellten Messaufgaben im Team selbständig ohne Unterstützung des Betreuers zu lösen (Betreuer nur als Berater). <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich Konstruktion und Automatisierungstechnik. 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 haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Fachlabor Konstruktions- und Automatisierungstechnik Lehrformen: Praktikum Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Andreas Ostendorf, Prof. Dr.-Ing. Martin Mönningmann, Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge, Prof. Dr.-Ing. Detlef Gerhard, Prof. Dr.-Ing. J. Scholten Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Semester</p>	<p>2 SWS</p>
<p>Inhalte:</p>	

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: Messung der Zapfenverlagerung in einem stationär belasteten Radialgleitlager

V3: Herstellung und Vermessung eines Evolventenstirnrades

V4: Programmieren einer NC-Maschine (WS)

SPS-Programmierung einer virtuellen Produktionsanlage (SS)

V5: Entwurf eines PI-Reglers zur Füllstandregelung,

V6: Ramanspektroskopie.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium

Prüfung : Mündlich

Mündlich, Prüfungsleistung , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

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.

<p>Modul Fachlabor Kraftfahrzeug-Antriebstechnik <i>Laboratory Work - Vehicle Drive Technology</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge</p>	<p>3 LP / 90 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen: Das Fachlabor im Masterstudium dient generell dem Erwerb von experimentellen Fähigkeiten, die für den Einstieg in eine experimentelle (fach-) wissenschaftliche Arbeit notwendig sind. Darüber hinaus werden das Präsentieren eigener experimenteller Ergebnisse sowie das Protokollieren und Aufbereiten von Messergebnissen eingeübt. Da die relevanten experimentellen Fähigkeiten in hohem Maße vom gewählten Schwerpunkt abhängen, werden fachspezifische Labore angeboten. Im Fachlabor Kraftfahrzeug-Antriebstechnik stehen im Mittelpunkt:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prüfung von mechanischen Eigenschaften des Antriebsstrangs, von Verschleiß- und Schadensbildern • Betriebsverhalten von Ottomotoren • Aerodynamik von Kraftfahrzeugen <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Fachlabor Kraftfahrzeug-Antriebstechnik Lehrformen: Praktikum Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Semester</p>	<p>2 SWS</p>
<p>Inhalte:</p>	

Im Rahmen des Fachlabors des Studienschwerpunktes Kraftfahrzeug-Antriebstechnik werden die Versuche

- a) Zahnradfertigung
- b) Messung der Zapfenverlagerung in einem stationär belasteten Radialgleitlager
- c) Mikroskopische Untersuchung von Oberflächen und Bruchflächen
- d) Schädigungsbestimmung für beispielhafte Arbeitsspiele eines Raupenbaggers
- e) Betriebsverhalten eines Ottomotors
- f) Kraftfahrzeug-Aerodynamik

durchgeführt.

Arbeitsaufwände:

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium
- Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium

Prüfung : Fachlabor Kraftfahrzeug-Antriebstechnik

Mündlich , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Vor den Versuchen wird die den Studierenden vorliegende schriftliche Versuchsbeschreibung diskutiert. Nach den Versuchen präsentieren die Studierenden ihre Versuchsergebnisse und liefern ein Versuchsprotokoll.

Bewertet wird die mündliche Leistungen bei der Diskussion der Versuche, der Präsentation der Versuchsergebnisse und Abgabe der Versuchsprotokolle.

Modul Fachlabor Mechanik <i>Applied Mechanics Laboratory</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. rer. nat. Klaus Hackl	3 LP / 90 h
Lernziele/Kompetenzen: Das Fachlabor im Masterstudium dient generell dem Erwerb von experimentellen Fähigkeiten, die für den Einstieg in eine experimentelle (fach-) wissenschaftliche Arbeit notwendig sind. Darüber hinaus werden das Präsentieren eigener experimenteller Ergebnisse sowie das Protokollieren und Aufbereiten von Messergebnissen eingeübt. Im Fachlabor Mechanik stehen im Mittelpunkt: <ul style="list-style-type: none"> • Kennenlernen und Anwenden wichtiger messtechnischer Verfahren zur experimentellen Bestimmung mechanischer Größen. • Vergleich der Ergebnisse aus Messungen mit Ergebnissen aus der Berechnung einfacher Bauteile. 	
Empfohlene Vorkenntnisse: Mechanik C, Höhere Festigkeitslehre und Kontinuumsmechanik	

Lehrveranstaltungen	
Fachlabor Mechanik Lehrformen: Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani, Dr.-Ing. U. Hoppe, Prof. Dr. rer. nat. K. Hackl Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Semester	2 SWS 3 LP / 90 h
Inhalte: Zur Zeit werden im Fachlabor Mechanik folgende Versuche durchgeführt: <ul style="list-style-type: none"> • 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 	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium	

Prüfung : Praktikum Praktikum , Anteil der Modulnote : 100 %
--

Beschreibung :

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 Versuch.

<p>Modul Fachlabor Strömungsmaschinen <i>Experimental Lab Fluidmechanics</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Dr.-Ing. David Engelmann</p>	<p>3 LP / 90 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen: Das Fachlabor im Masterstudium dient generell dem Erwerb von experimentellen Fähigkeiten, die für den Einstieg in eine experimentelle (fach-) wissenschaftliche Arbeit notwendig sind. Darüber hinaus werden das Präsentieren eigener experimenteller Ergebnisse sowie das Protokollieren und Aufbereiten von Messergebnissen eingeübt.</p> <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Fachlabor Strömungsmaschinen Lehrformen: Praktikum Lehrende: Prof. Dr.-Ing. V. Scherer, Prof. Dr. Francesca di Mare, Prof. Romuald Skoda Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Semester</p>	<p>2 SWS</p>
<p>Inhalte: Das Fachlabor ist eine Gemeinschaftsveranstaltung der Lehrstühle für Thermische Turbomaschinen und Flugtriebwerke (TTF), Energieanlagen und Energieprozesstechnik (LEAT), Hydraulische Strömungsmaschinen (HSM). Das Labor besteht aus den folgenden Versuchen, die regelmäßig aktualisiert werden und daher variieren können:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kavitation in Kreiselpumpen • Numerischer Kreiselpumpenprüfstand • Strömungsmessung mit Laser-Doppler-Anemometrie • Experimentelle Bestimmung der Strömungsparameter eines Verdichterprofils • Messung der Druckverteilung am NACA-Profil 	

- Druckmessung an einem Tragflügelprofil im Windkanal

Arbeitsaufwände:

- Weitere studienbegleitende Aufgaben: 60 h Eigenstudium
- Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium

Prüfung : Praktikum

Praktikum , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Teilnahme an den Praktikumsversuchen im Sommer- und Wintersemester. In jedem Versuch ein Kolloquium, von je einem ausgewählten Versuch eine Ausarbeitung bzw. eine Präsentation.

Das Fachlabor Strömungsmaschinen findet über zwei Semester statt. Alternativ besteht die Möglichkeit das Fachlabor Energietechnik zu besuchen.

- | | |
|----------------------|--------------------|
| - 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. Vorbereitung, Versuchsbeitrag und Nachbereitung werden benotet. Zum Bestehen des Fachlabors müssen alle 6 Versuche bestanden werden.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium

Literatur:

Literatur zu den einzelnen Versuchen und weiterführende Informationen beim Modulbeauftragten und in der Infoveranstaltung zu Beginn des Labors.

Prüfung : Praktikum

Praktikum , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Teilnahme an den Praktikumsversuchen im Winter- oder Sommersemester. Die 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.

Modul Fachlabor Werkstoff- und Microengineering	
Version 1 (seit SS16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler	3 LP / 90 h
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>Das Fachlabor im Masterstudium dient generell dem Erwerb von experimentellen Fähigkeiten, die für den Einstieg in eine experimentelle (fach-) wissenschaftliche Arbeit notwendig sind. Darüber hinaus werden das Präsentieren eigener experimenteller Ergebnisse sowie das Protokollieren und Aufbereiten von Messergebnissen eingeübt.</p> <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. 	

Lehrveranstaltungen	
<p>Fachlabor Werkstoff- und Microengineering</p> <p>Lehrformen: Praktikum</p> <p>Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler, Prof. Dr.-Ing. Werner Theisen, Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig</p> <p>Sprache: Deutsch</p> <p>Häufigkeit des Angebots: jedes Semester</p>	3 SWS
<p>Inhalte:</p> <p>Im Mittelpunkt des Fachlabors steht die Untersuchung von Werkstoffen aus dem Hochtemperaturbereich. Hochtemperaturwerkstoffen kommt heutzutage vor allem eine tragende Rolle in Kraftwerken, Gasturbinen und Flugtriebwerken zu. Hierbei spielt vor allem die Mikrostruktur der eingesetzten Werkstoffe eine entscheidende Rolle. Diese wird im Fachlabor mittels Rasterelektronenmikroskopie, Transmissionselektronenmikroskopie und durch verschiedene röntgenographische Versuchsmethoden charakterisiert. Die wichtigen Strukturbildungsprozesse, die bei der Herstellung von Hochtemperaturwerkstoffen eine Rolle spielen, werden mit der Phasenfeldmethode simuliert. In weiteren Versuchen werden die mechanischen Eigenschaften bei hoher Temperatur und die physikalischen</p>	

Eigenschaften getestet. Darüber hinaus werden Versuche zur Fotolithographie und zu dünnen Schichten durchgeführt, um das Gebiet des Microengineering näher zu beleuchten.

Das Fachlabor gliedert sich wie folgt:

Versuch I: Strukturbildungsprozesse & Rasterelektronenmikroskopie

Versuch II: Fotolithographie

Versuch III: Physikalische Eigenschaften in Dünnschichten & röntgenographische Untersuchungen

Versuch IV: Mechanische Eigenschaften

Versuch V: Mikromechanische Methoden einschließlich Diffusionspaare

Versuch VI: Transmissionselektronenmikroskopie

Jeder Versuch dauert 2,5 Stunden. Innerhalb des Hochtemperaturfachlabors wird die Nickel-Basis Legierung CMSX4 untersucht.

Arbeitsaufwände:

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium
- Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium

Prüfung : Praktikum

Praktikum, Klausur , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Ausgewählte Ergebnisse werden von den Studenten 2 Wochen nach dem Versuch in einem 20-25 minütigen Vortrag präsentiert. Zudem erfolgt am Ende jedes Versuchs ein 30 minütiger schriftlicher Test, in dem das Basiswissen zu dem jeweiligen Versuch abgefragt wird. Eine der 7 Teilprüfungen (6 Versuche + 1 Vortrag) darf mit 5.0 nicht bestanden werden, wobei auch unentschuldigtes Fehlen mit 5.0 bewertet wird. Bei entschuldigtem Fehlen, nachgewiesen über ein ärztliches Attest, darf der Versuch bzw. Vortrag wiederholt werden. Die Note errechnet sich als einfacher Mittelwert aus den 7 Teilnoten.

<p>Modul Fahrzeugdynamik <i>Road Vehicle Dynamics</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben die Fähigkeit, theoretische Analysen der Längs-, Vertikal- und Querdynamik von Fahrzeugen auf Basis eines erweiterten Methodenwissens vorzunehmen und unterschiedliche Antriebs- und Fahrwerkskonzepte kritisch vergleichend zu betrachten. • Die Studierenden verfügen über erweiterte Kenntnisse, das Fahrverhalten von Fahrzeugen bezüglich der Längsdynamik zu analysieren. • Die Studierenden kennen Simulationswerkzeuge der Fahrzeugdynamik und sind in der Lage, diese für praxisnahe Fragestellungen zu verwenden und zu modifizieren. <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. • Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts. • Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen. • Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. • Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen. 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Fahrzeugdynamik Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester</p>	<p>4 SWS</p>

Inhalte:

Die Vorlesung behandelt die Längs-, Vertikal und Querdynamik von Fahrzeugen in Abhängigkeit von unterschiedlichen Einflussparametern und Fahrzeugmodellen. Im Rahmen der Längsdynamik behandelt die Vorlesung die nötigen Grundlagen, um das Beschleunigungsvermögen sowie den Kraftstoffverbrauch eines Fahrzeugs zu bestimmen. Dabei kommen praxisnahe Beispiele und Simulationen zur Anwendung. Im Bereich der Vertikaldynamik geht sie zunächst auf verschiedene Federungs- und Dämpfungskonzepte ein. Nach theoretischen Betrachtungen dynamischer Eigenschaften vertiefen Anwendungsbeispiele aus der Praxis das Verständnis des Federungssystems und seiner Komponenten. Im Rahmen der Querdynamik erläutert die Vorlesung wichtige Zusammenhänge zur Charakterisierung eines Fahrzustandes. Dies beinhaltet sowohl kinematische Größen als auch am Fahrzeug angreifende Kräfte und Momente. Auch hier sorgen viele Beispiele für das Verständnis der Zusammenhänge. Auf Basis einer dynamischen Fahrwerksanalyse betrachtet die Vorlesung beispielsweise die Radlastverteilung bei Beschleunigung und bei Kurvenfahrten. Ebenso folgt eine Abschätzung der Fahrwerkeigenschaften im Kontext der Fahrstabilität und des Fahrzeugkomforts.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Finite Deformationen und nichtlineare FEM	
<i>Finite Deformation and Nonlinear FEM</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. rer. nat. K. Hackl	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden können die Mechanik großer Deformationen mathematisch beschreiben und sind in der Lage, hyperelastische Materialgesetze für große Dehnungen zu formulieren und anzuwenden. Sie besitzen die nötigen Kenntnisse, um die nichtlinearen mathematischen Modelle mit Hilfe der Finite-Elemente-Methode zu lösen und damit ingenieurwissenschaftliche Probleme zu lösen.	
Empfohlene Vorkenntnisse: Mechanik A+B+C, Höhere Festigkeitslehre	

Lehrveranstaltungen	
Finite Deformationen und nichtlineare FEM Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. U. Hoppe Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS 6 LP / 180 h
Inhalte: 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> <ul style="list-style-type: none"> • 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> <ul style="list-style-type: none"> • 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 Rückschlagsproblemen 	
Arbeitsaufwände:	

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium	
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	
Prüfung : Finite Deformationen und nichtlineare FEM	
Klausur / 120 Minuten	

<p>Modul Fortgeschrittene Transmissionselektronenmikroskopie <i>TEM (Advanced Users)</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler</p>	<p>3 LP / 90 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p><u>Zielsetzung:</u> Die Vorlesung vermittelt den Aufbau und die Funktionsweise moderner Transmissionselektronenmikroskope. Die Studierenden verstehen die Funktionsweise im TEM als auch im Raster-TEM (STEM) Betrieb. Neuentwicklungen, wie die Funktionsweise eines sphärischen Aberrationskorrektors werden erlernt. Die Studierenden sollen die Grundlagen der Feinbereichsbeugung und Defektanalyse aber auch der hochauflösenden TEM (Phasenobjekt, Kontrasttransferfunktion) durchdringen mit dem Ziel die abbildenden Möglichkeiten des TEMs für Mikrostrukturuntersuchungen zu verstehen und (S)TEM Abbildungen interpretieren zu können.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden lernen die Funktionsweise eines TEM für (i) konventionelle und (ii) hochauflösende Mikroskopie und (iii) des STEM kennen und verstehen die Unterschiede in der jeweiligen Bildgebung. Darauf aufbauend werden Einsatzmöglichkeiten moderner TEM Methoden zur Mikrostrukturcharakterisierung von Werkstoffen vermittelt und die Studierenden erlernen die Interpretation und Auswertung von TEM Aufnahmen.</p>	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Fortgeschrittene Transmissionselektronenmikroskopie Lehrformen: Vorlesung (2 SWS) Lehrende: Prof. Gerhard Dehm Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	<p>2 SWS</p>
<p>Inhalte:</p> <p>Die Vorlesung beschäftigt sich zuerst mit dem Aufbau und der Funktionsweise moderner TEMs. Dies beinhaltet die verwendeten Elektronenquellen, aber auch den Einsatz als konventionelles TEM inklusive Elektronenbeugung, hochauflösendes TEM und Raster-TEM (STEM). Es werden die Grundlagen der elastischen und inelastischen Wechselwirkungen von Elektronenstrahlen mit Werkstoffen behandelt und die Bildentstehung im konventionellen und hochauflösenden TEM gelehrt. Der Einfluß von Linsenfehlern auf die Abbildung wird erläutert und die nun mögliche Korrektur der sphärischen Aberration durch Cs-Korrektoren besprochen. Das physikalische Konzept der Kontrasttransferfunktion und die Auflösungsgrenzen moderner TEM stellen weitere Themenschwerpunkte der Vorlesung dar. Im Rahmen der Vorlesung wird die Interpretation von TEM Abbildungen und Beugungsaufnahmen vermittelt.</p> <p>Arbeitsaufwände:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium 	

Medienformen:	
Projektor und Tafel	
Literatur:	
Vorlesungsbegleitende Literatur wird bekannt gegeben	
Prüfung : Mündlich	
Mündlich / ca. 45 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %	

Modul Fundamental Aspects of Materials Science and Microengineering <i>Fundamental Aspects of Materials Science and Microengineering</i>	
Version 1 (seit SS16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler	6 LP / 180 h
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>The most important materials science concepts will be reviewed. Emphasis is placed on the importance of the strong link between elementary atomistic, crystallographic, thermodynamic/kinetic and microstructural processes and the behavior of materials/ components on the macro scale. Students learn how to apply basic concepts in modern materials engineering. They understand how new materials are developed and how state of the art materials can be further improved. The students are trained to assess the mechanical and functional properties of materials and to understand kinetic processes in and at solids. Important aspects of how to read and use ternary phase diagrams will be taught. Special emphasis is placed on alloys and compounds in multinary systems (e.g. intermetallic phases, oxides, nitrides, ...). The students apply this knowledge when they about the combinatorial materials research approach for the discovery of new materials. The students will learn to apply materials science theory to four fascinating material classes: high entropy alloys (HEAs), intermetallic phases (IPs), single crystal Ni-base superalloys (SX) and shape memory alloys (SMAs). The HEA topic allows to develop a deeper knowledge about the physical nature of solid solutions. IPs provide the opportunity to strengthen the knowledge about crystallographic concepts and to appreciate ordering processes in crystal lattices. Together with an introduction to SX (application, processing, metallurgy, strength) the students will acquire knowledge about high temperature strength and diffusion controlled deformation processes. Together with a good understanding of SMAs (systems, processing, functional properties, one way effect, pseudoelasticity) the students will acquire a good understanding of atomistic, mesoscopic and macroscopic aspects of the diffusionless martensitic transformation, which also governs the hardening of steels.</p>	

Lehrveranstaltungen	
<p>Fundamental Aspects of Materials Science and Microengineering Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler, Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig Sprache: Englisch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester</p>	4 SWS
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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) • 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

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Medienformen:

Projektor und Tafel

Literatur:

Vorlesungsbegleitende Literatur wird bekannt gegeben.

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Funktionelle Schichtverbunde für die Energietechnik <i>Functional Laminar Composites for Energy Management Applications</i>	
Version 2 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Werner Theisen	4 LP / 120 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen neue Konzepte um den Wirkungsgrad bei der Verbrennung fossiler und regenerativ erzeugter Rohstoffe zu erhöhen, den CO₂-Ausstoß zu verringern oder regenerativ erzeugte Energie temporär zu speichern. • Sie kennen exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung und Anwendungsbeispiele. • Sie können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen und praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. • Ihre Erkenntnisse/Fertigkeiten können die Studierenden auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. 	

Lehrveranstaltungen	
Funktionelle Schichtverbunde der Energietechnik Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Exkursion Lehrende: PD Martin Bram Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	2 SWS
Inhalte: Mit fortschreitendem Bevölkerungswachstum und zunehmendem Lebensstandard wird die Bereitstellung ausreichender Energiemengen immer komplexer. Um dem drohenden Klimakollaps zu entgehen, werden intelligente Lösungen benötigt, um die Reserven fossiler Rohstoffe mit erhöhter Effizienz zu nutzen und gleichzeitig den Ausbau regenerativer Technologien voranzutreiben. In diesem Zusammenhang spielen funktionelle Schichtverbunde aus keramischen und metallischen Werkstoffen mit speziellen elektrochemischen oder elektrischen Eigenschaften eine zentrale Rolle. Die Vorlesung liefert anhand der folgenden Anwendungsbeispiele einen grundlegenden Einstieg in die Thematik.	
<ul style="list-style-type: none"> · Energiespeicherung durch Batterien · Hocheffiziente Energieerzeugung durch Festelektrolyt-Brennstoffzellen · Gastrennmembranen für die effiziente Bereitstellung von Prozessgasen · Wärmerückgewinnung durch Thermoelektrika Zur Vertiefung des Lehrstoffs muss jeder Teilnehmer der Vorlesung einen 20 min Vortrag zu einem vorlesungsrelevanten Thema vorbereiten, der zum Prüfungsergebnis zu 10% beiträgt.	

Literatur:

Vorlesungsbegleitende Literatur wird bekanntgegeben.

Prüfung : Mündlich

Mündlich / ca. 45 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Ein Vortrag im Semester ist Pflicht. Bei einer Teilnehmerzahl > 10 kann die Prüfung schriftlich durchgeführt werden.

<p>Modul Ganzheitliche Planung energietechnischer Anlagen <i>Integrated Design of Power Generation Plants</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. V. Scherer</p>	<p>4 LP / 120 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>Die Studierenden kennen im Bereich der Anlagenplanung in der Energietechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen, • exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung, • verfügen über entsprechendes Fachvokabular und kennen Anwendungsbeispiele. <p>Ferner können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen fachübergreifend mit geeigneten Methoden lösen, • Erkenntnisse auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. <p>Die Studierenden haben</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</p>	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Ganzheitliche Planung energietechnischer Anlagen Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Exkursion Lehrende: Dr.-Ing. Wolfgang Benesch Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester</p>	<p>2 SWS</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kraftwerksanlage als Ganzes • Ausgewählte Nebensysteme • Ausführungsplanung • Planungswerkzeuge und -hilfsmittel • Technische Optimierung versus wirtschaftliche Optimierung • Vergabemodelle • Projektmanagement • Bauleitung • Qualitätssicherung • Inbetriebnahme • Betriebsführung, Betriebsoptimierung, KKS-Kennzeichnungssystem • Anlagendokumentation 	

- Im Rahmen einer Pflichtexkursion in ein Kraftwerk bzw. in dem Planungsbereich (je nach Verfügbarkeit), die in Hausarbeit vorzubereiten ist, werden beispielhaft Themen der Vorlesung aufgegriffen und vertieft.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 40 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 80 h Eigenstudium

Prüfung : Mündlich

Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Bei der Exkursion besteht Anwesenheitspflicht.

Modul Gasdynamik <i>Gasdynamic</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Romuald Skoda	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Gasdynamik in den Ingenieurwissenschaften sowie deren Anwendungsbeispiele. • Aufbauend auf den Grundlagen der Strömungslehre wird das Verständnis der Strömungsmechanik kompressibler Fluide mit Blick auf verfahrenstechnische Anwendungen vertieft. • Die Studierenden werden zu vernetzten und kritischem Denken befähigt um gasdynamische Fragestellungen selbständig zu behandeln und etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden. • Die Studierenden können erlernte Kenntnisse auf konkrete und neue Problemstellungen der Gasdynamik übertragen. 	

Lehrveranstaltungen	
Gasdynamik Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Romuald Skoda Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte: Die Strömungsmechanik unterteilt sich in Strömungen inkompressibler und solche kompressibler Fluide (Gase). Es werden die Grundlagen der kompressiblen Strömungen aus mathematischer und physikalischer Sicht erarbeitet. Die Vorlesung orientiert sich an Schlüsselphänomenen wie Unter- bzw. Überschall, Verdichtungsstoß, Expansionen, Wellen, Wärmezufuhr etc., insbesondere bei Innenströmungen. Ein Kapitel der Vorlesung wird experimentelle Methoden beschreiben, mit denen man gasdynamische Probleme angeht. In den Übungen werden Anwendungsfälle durchgerechnet und ein paar Phänomene im Labor demonstriert.	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	
Literatur: Vorlesungsbegleitende Unterlagen (Umdruck) werden zur Verfügung gestellt sowie weiterführende Literatur wird bekannt gegeben.	

Prüfung : Mündlich Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Bei einer Teilnehmerzahl größer 30 kann die Prüfung auch als schriftliche Klausur abgehalten werden.

Modul Gasesstechnik	
<i>Gas Measurement Technology</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. R. Span	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Definitionen der wichtigsten Gaskennwerte und verstehen die Relevanz in Bezug auf die verschiedenen Gasanwendungen. • Die Studierenden kennen die grundlegenden Messverfahren und können die Leistungsfähigkeit für den jeweiligen Anwendungsfall beurteilen. • Die Studierenden können Messergebnisse auswerten und bewerten. • Die Studierenden können die Unsicherheit von Messergebnissen bestimmen und verstehen wie man Messunsicherheiten optimieren kann. • Die Studierenden können thermodynamische Zustandsgleichungen anwenden, vergleichen und beurteilen 	

Lehrveranstaltungen	
Gasesstechnik Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. Peter Schley Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS
Inhalte: Die Vorlesung Gasesstechnik vermittelt zunächst einen grundlegenden Einblick in das Erdgasversorgungssystem und geht hierbei auch auf die Veränderungen im Rahmen der Energiewende ein. Die Einbindung regenerativer Energieträger, wie Biogas oder aus überschüssigem „Windstrom“ erzeugter Wasserstoff, in das Gasnetz stellt ein großes Potential aber auch eine große Herausforderung an die Gasinfrastruktur und die Gasanwendungen dar. Vor diesem Hintergrund werden in der Veranstaltung unterschiedlichste Mess- und Analyseverfahren entlang der gesamten Prozesskette (Gasaufbereitung, Gastransport, Gasanwendungen) behandelt. Gleichzeitig werden zukunftsorientierte Fragestellungen diskutiert, beispielsweise wie das Gasnetz zur Speicherung von elektrischer Energie genutzt werden kann. Begleitet wird die Vorlesung durch eine Übung, in der das vermittelte Wissen an praxisnahen Beispielen vertieft wird. Im Einzelnen werden folgende Inhalte behandelt: <ul style="list-style-type: none"> • Beschaffenheit von Erdgas • Gasqualität / Gaskennwerte • Thermodynamische Zustandsgrößen • Messtechnik Volumen • Messtechnik Gasbeschaffenheit (Kalorimetrie / Chromatografie) • Metrologie, Messunsicherheit • Einspeisung von Wasserstoff aus „Power-to-Gas“ Anlagen 	

- Gasbeschaffenheitsverfolgung

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Prüfung : Gasmesstechnik

Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

<p>Modul Getriebetechnik 1 <i>Gear Technology 1</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden besitzen erweiterte Kenntnisse der theoretischen Grundlagen und der methodischen Arbeitstechniken, Umlaufgetriebe zu entwerfen, zu berechnen und die Leistungsverzweigung für die Konstruktion gewichtssparender Getriebe zu nutzen. • Die Studierenden haben die Fähigkeit, Getriebekonzepte und Leistungsflüsse grundlegend zu analysieren und Getriebe kostengünstig und funktionssicher zu gestalten. • Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Getriebetypen für eine gegebene Antriebssituation richtig auszuwählen, elementare Umlauf- und Planetengetriebe mit Einfach-, Doppel- und Stufenplaneten kinematisch zu analysieren, Drehmomente, Leistungsflüsse und Wirkungsgrade zu ermitteln, gekoppelte und reduzierte Umlaufgetriebe zu analysieren und konstruktive Ausführungen unterschiedlicher Umlaufgetriebe zu beurteilen. <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. • Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts. • Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen. • Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. • Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen. 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Getriebetechnik 1 Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)</p>	<p>4 SWS</p>

Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge

Sprache: Deutsch

Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester

Inhalte:

Die Vorlesung behandelt zunächst Zahnradgetriebe und geht insbesondere auf Umlaufgetriebe ein. Umlaufgetriebe sind häufig lastungsverzweigend und weisen aufgrund dieser Eigenschaft eine sehr hohe Leistungsdichte und einen hohen Wirkungsgrad auf. Im industriellen Bereich sind diese Eigenschaften besonders bei großen Getrieben, beispielsweise bei Windkraftgetrieben, interessant. Der Wirkungsgrad steht unmittelbar im Zusammenhang mit der Stromproduktion und das geringe Gewicht erleichtert die Montage und reduziert die Werkstoffkosten. Bei mobilen Anwendungen in Baumaschinen oder in Kraftfahrzeugen ist stets das geringe Gewicht Haupteinsatzgrund. Das geringe Gewicht und der gute Wirkungsgrad reduzieren den Kraftstoffverbrauch. Aus diesen grundlegenden Überlegungen lassen sich eindeutige wirtschaftliche Vorteile in bestimmten Anwendungssegmenten nachweisen. Im Einzelnen behandelt die Vorlesung die Kinematik, Drehmomente und Leistungsflüsse in elementaren, gekoppelten und reduzierten Umlaufgetrieben. Außerdem werden Wirkungsgradberechnungen, Selbsthemmungsfragen und verschiedene konstruktive Ausführungen eingehend erläutert.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

<p>Modul Getriebetechnik 2 <i>Gear Technology 2</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden erwerben die erweiterten Kenntnisse der theoretischen Grundlagen und der Arbeitstechniken, um die Wirkungsmechanismen der Getriebeschmierung zu verstehen und ein Schmierungssystem anforderungsgerecht auszuwählen. • Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, tribologische Zusammenhänge zu verstehen, geeignete Schmierstoffe auszuwählen, die wichtigsten akustischen Grundbegriffe zu erläutern, Probleme der Geräuschenstehung und der Geräuschminderung zu diskutieren, Wirkungsgrade zu optimieren und verschiedene Winkelgetriebetypen für typische Anwendungen aufgrund ihrer Eigenschaften auszuwählen und auszulegen. <p>Allgemeine Lernziele und Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. • Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts. • Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen. • Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. • Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen. 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Getriebetechnik 2 Lehrformen: Vorlesung mit Übung Lehrende: Dr.-Ing. Dietmar Vill Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	<p>4 SWS</p>

Inhalte:

Die Vorlesung behandelt zunächst tribologische Fragen und macht den Hörern deutlich, dass der Schmierstoff ein ganz wesentliches Maschinenelement ist, und dass seine richtige Auswahl nicht nur für Getriebe, sondern ganz allgemein für Maschinen von entscheidender Bedeutung ist. Durch die Wahl des geeigneten Schmierstoffes lassen sich Reibung und Verschleiß entscheidend mindern. Der Einsatz ungeeigneter Schmierstoffe zerstört ein Getriebe in wenigen Minuten. Ein weiterer Teil der Vorlesung beschäftigt sich mit akustischen Grundlagen, die wiederum nicht nur für Getriebe, sondern für Maschinen allgemein interessant sind. Nach der Klärung der akustischen Grundbegriffe behandelt die Vorlesung Fragen der Geräuschenstehung und Geräuschkinderung. Niedrige Geräuschpegel sind heute für Firmen ein wichtiges Verkaufsargument. Ein weiteres Kapitel geht unter Berücksichtigung der tribologischen Kenntnisse auf Wirkungsgradoptimierungen ein. Wirkungsgrade von Windkraftgetrieben oder Kfz-Getrieben sind heute von großer Bedeutung, da sie in direktem Zusammenhang mit der erzeugten Strommenge oder dem Kraftstoffverbrauch stehen. Weiterhin vergleicht die Vorlesung die Eigenschaften verschiedener Winkelgetriebe miteinander. Zu ihnen gehören Schneckengetriebe, Schraubradgetriebe und Kegelradgetriebe. Diese vergleichenden Betrachtungen zeigen, dass alle genannten Getriebe ihre Daseinsberechtigung haben. Welcher Getriebetyp wirtschaftlich einsetzbar ist, lässt sich in vielen Fällen durch einfache Überlegungen und Eigenschaftsvergleiche klären.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Prüfung : Getriebetechnik 2

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Gewerblicher Rechtsschutz: Patentwesen in den Ingenieurwissenschaften <i>Protection for Industrial Properties: Patent in Engineering</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Beate Bender	5 LP / 150 h
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>Zielsetzung:</p> <p>Ausgehend von grundlegenden Kenntnissen zur Produktentwicklung und Konstruktionstechnik werden rechtliche Möglichkeiten zum Schutz von technischen Erfindungen, sowie deren Verwendung differenziert thematisiert.</p> <p>Kompetenzen:</p> <p>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.</p>	
<p>Empfohlene Vorkenntnisse:</p> <p>Keine</p>	

Lehrveranstaltungen	
<p>Gewerblicher Rechtsschutz: Patentwesen in den Ingenieurwissenschaften</p> <p>Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS), Exkursion</p> <p>Lehrende: Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing. Rüdiger Bals, Dipl.-Ing., Dipl.-Wirtsch.-Ing. Andreas Vogel</p> <p>Sprache: Deutsch</p> <p>Häufigkeit des Angebots: jedes Semester</p>	4 SWS
<p>Inhalte:</p> <p>Lehrveranstaltung geht über zwei Semester:</p> <p>Inhalte im Wintersemester:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 90 h Eigenstudium

Prüfung : Mündlich

Mündlich , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Die Modulabschlussprüfung prüft zusammengefasst die Inhalte des Winter- und Sommersemesters. Die Prüfung wird jedes Semester angeboten.

Modul Grundlagen der Hydraulischen Strömungsmaschinen und Anlagen <i>Basics of Hydraulic Fluidmachinery and Plants</i>	
Version 1 (seit SS15 bis WS17/18) Modulverantwortliche/r: Prof. Romuald Skoda	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Schwerpunktes. Sie können ingenieurtechnische Probleme der hydraulischen Strömungsmaschinen und Anlagen modellieren und lösen. • Die Studierenden werden optimal auf eine Tätigkeit als Entwicklungsingenieur vorbereitet. Sie können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete maschinenbauliche Problemstellungen übertragen. 	

Lehrveranstaltungen	
Grundlagen der Hydraulischen Strömungsmaschinen und Anlagen Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Romuald Skoda Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> o Bauarten und Einsatzbereiche o Strömungs-und Thermodynamische Grundlagen o Hydraulische Berechnung o Verluste in Maschine und Anlage o Energiebilanz in Maschine und Anlage o Schaufelgitterauslegung o Kennzahlen, Kennlinien und Kennfelder o Betriebsverhalten von Kreiselpumpen o Kavitation o Ähnlichkeitsgesetze Arbeitsaufwände: <ul style="list-style-type: none"> - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium 	

Prüfung : Klausur Klausur / 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Höhere Dynamik (WP18) <i>Advanced Dynamics</i>	
Version 1 (seit WS13/14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. rer. nat. K. Hackl	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden sollen nach Abschluss des Moduls das nötige Grundlagenwissen erworben haben, um dynamisch beanspruchte mechanische Systeme mit endlicher Zahl von Freiheitsgraden sowie kontinuierliche Systeme berechnen zu können. Ferner sollen sie nichtlineare Phänomene wie selbsterregte Schwingungen, parametrische Resonanz, dynamische Stabilisierung und Synchronisation sowie Ausbreitung von nichtlinearen Wellen analysieren können.	
Empfohlene Vorkenntnisse: Maschinendynamik bzw. Grundlagen der Dynamik von Systemen aus dem Bachelor-Studium	
Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	

Lehrveranstaltungen	
Höhere Dynamik Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr. rer. nat. Khanh Chau Le Sprache: Deutsch	4 SWS 6 LP / 180 h
Inhalte: Im ersten Teil: Aufstellen der Differentialgleichungen der Bewegung von diskreten und kontinuierlichen Systemen basierend auf den ersten Prinzipien der Dynamik; Kraft- und Energieverfahren; Kleine Schwingungen von konservativen und dissipativen Systemen mit endlicher und unendlicher Zahl von Freiheitsgraden; Eigenwertproblem; Erzwungene Schwingungen; Resonanz und Tilgung; Rayleigh-Quotient; Laplace-Transformation. Im zweiten Teil: Nichtlineare Schwingungen von Systemen mit endlicher Zahl von Freiheitsgraden; Variationell-asymptotische Methode; Selbsterregte Schwingungen; Parametrische Resonanz; dynamische Stabilisierung und Synchronisation; Ausbreitung von nichtlinearen Wellen. Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	
Literatur: Zum begleitenden Selbststudium gibt es ein Lehrbuch „Energy Methods in Dynamics“ (K.C. Le, Springer Verlag) sowie auf der campusweiten E-Learning Plattform „Moodle“ ein PDF-Skript mit Übungsaufgaben und Lösungen.	

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul IT Anwendungen im Engineering <i>IT-Applications in Engineering</i>	
Version 2 (seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Detlef Gerhard	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls	
<ul style="list-style-type: none"> • verfügen Studierende über ein breites, integriertes Wissen über die Funktionalitäten und Anwendungsspezifika prozessübergreifender server- oder cloud-basierter IT Anwendungen im Engineering bzw. im gesamten Produktlebenszyklus, um Digitalisierungsprojekte in Industrieunternehmen aus Sicht des Engineerings maßgeblich vorantreiben zu können. • kennen und verstehen Studierende wesentliche Methoden und Verfahren zur systematischen Erfassung, Darstellung und Analyse von Prozessen im Engineering und zur Konzeptionierung von unterstützenden IT-Anwendungen. Indem sie praktische Fallbeispiele und Aufgaben bearbeiten, können sie die erlernten Fertigkeiten im Umgang mit entsprechenden Softwaresystemen auf konkrete Problemstellungen der Digitalisierung von Prozessen und der Informationsverarbeitung im Engineering übertragen. • haben Studierende ein umfassendes Verständnis vom Zusammenwirken der relevanten Softwaresysteme und von Integrationskonzepten aus Sicht des Engineerings erworben und können dieses situativ angepasst anwenden, um z.B. differenziert die Eignung von IT Verfahren in den Bereichen PDM/PLM, ERP, CRM, MES zu beurteilen. • verfügen Studierende über vertiefte, interdisziplinäre Methodenkompetenz und können Aufgabenstellungen der Einführung, des Betriebs und der Integration von prozessübergreifenden IT Anwendungen und industrieller Standard-Software reflektieren und bewerten sowie selbstgesteuert verfolgen. • können Studierende kooperativ Aufgabenstellungen der Prozessmodellierung, Konzeptentwicklung und Systemspezifikation von IT Anwendungen im Engineering in heterogenen Gruppen bearbeiten, Abläufe und Ergebnisse begründen und über Sachverhalte umfassend kommunizieren. 	

Lehrveranstaltungen	
Modul IT Anwendungen im Engineering Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Detlef Gerhard Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte: Die Veranstaltung vermittelt eine Übersicht über Aufgaben und Funktionsweisen von prozessübergreifenden IT-Anwendungen im Produktlebenszyklus aus den Bereichen Produktentwicklung, Produktionsplanung, Fertigung und Montage, Service und	

Instandhaltung, Marketing und Vertrieb sowie Materialwirtschaft und Logistik, immer mit Bezug zu Aufgaben des Engineerings sowie den relevanten Informationsflüssen, Schnittstellen und Integrationsaspekten. Der Schwerpunkt liegt dabei auf dem erforderlichen Grundlagenwissen in Bezug auf Software und Informationstechnologien (z.B. Datenbanken, IoT Technologien, Middleware-Konzepte sowie Cloud- und Edge Computing) und den relevanten methodischen Aspekten der Erstellung von Konzepten für die Prozessoptimierung, der Einführung von prozessunterstützenden IT-Lösungen sowie der IT-Organisation und des IT-Managements.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Prüfung : Klausur

Klausur / 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Schriftliche Klausur mit Fragen und Aufgaben zum gesamten Stoff der Vorlesung und der Übung

Prüfungsvorleistung:

- Im Rahmen der Übung werden 5 Projektaufgaben gestellt, die bearbeitet und abgegeben werden müssen.
- Für die Zulassung zur Prüfung müssen mind. 4 Projektaufgaben positiv bewertet sein.

Modul IT-gestützte Geschäftsprozesse am Beispiel von SAP-Standardsoftware <i>IT-supported business processes using SAP standard software</i>	
Version 1 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Jens Pöppelbuß	5 LP / 150 h
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>Zielsetzung: Enterprise-Resource-Planning- und Customer-Relationship-Management-Systeme (ERP- und CRM-Systeme) helfen dabei, große Datenmengen zu organisieren, Unternehmensressourcen effizient zu planen sowie Vertriebsaktivitäten kundenorientiert zu gestalten und zu steuern. Die Geschäftsprozesse in Unternehmen können über diese Standardsoftwaresysteme abgebildet und effizient durchgeführt werden. Dabei werden die Prozesse in den verschiedenen Organisationsfunktionen wie Rechnungswesen, Controlling, Materialwirtschaft, Vertrieb, Produktion, Instandhaltung, Projektmanagement, Personalwesen und weitere miteinander verbunden und stehen dem Unternehmen integriert zur Verfügung.</p> <p>Dieses Modul dient als Einstieg in die ERP- und CRM-Systeme von SAP. In Beispielen und Fallstudien mit vorbereiteten Stammdaten und Belegen begeben sich die Teilnehmenden in verschiedene Bereiche eines Modellunternehmens, nehmen unterschiedliche Rollen an und führen Transaktionen direkt am System durch. Der Kurs vermittelt, wie die verschiedenen Unternehmensfunktionen und Geschäftsprozesse, die in Lehrveranstaltungen häufig separat adressiert werden, sich durch Software integriert unterstützen lassen.</p> <p>Kompetenzen: Die Studierenden können die Konzepte von Enterprise-Resource-Planning- und Customer-Relationship-Management-Systemen (ERP- und CRM-Systemen) erklären. Sie können die Rolle von ERP- und CRM Systemen zur Unterstützung von innerbetrieblichen Geschäftsprozessen sowie von Vertriebsaktivitäten erläutern. Sie sind in der Lage, wesentliche innerbetriebliche Prozesse und Vertriebsprozesse mit Hilfe von SAP-Standardsoftware durchführen, bspw. in den Bereichen Beschaffung, Materialwirtschaft, Produktion, Finanzen und Projektmanagement.</p>	
<p>Teilnahmevoraussetzungen: Keine</p>	

Lehrveranstaltungen	
<p>IT-gestützte Geschäftsprozesse am Beispiel von SAP-Standardsoftware Lehrformen: Vorlesung (1 SWS), Übung (3 SWS) Lehrende: Prof. Dr. Jens Pöppelbuß Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	4 SWS
Inhalte:	

Dieser Kurs dient als Einstieg in die ERP- und CRM-Systeme von SAP. In Beispielen und Fallstudien mit vorbereiteten Stammdaten und Belegen begeben sich die Teilnehmenden in verschiedene Bereiche eines Modellunternehmens, nehmen unterschiedliche Rollen an und führen Transaktionen direkt am System durch. Der Kurs vermittelt, wie die verschiedenen Unternehmensfunktionen und Geschäftsprozesse, die in Lehrveranstaltungen häufig separat adressiert werden, sich durch Software integriert unterstützen lassen.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 56 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 94 h Eigenstudium

Literatur:

Die Lehrmaterialien werden den Studierenden zur Vorbereitung vor der entsprechenden Präsenzveranstaltung sowie aktualisiert im Anschluss über die campusweit verwendete E-Education-Plattform „Moodle“ zur Verfügung gestellt. Weitere Hinweise erfolgen in der jeweiligen Veranstaltung.

Modulrelevante Literatur:

- Thome, R. und Winkelmann, A. (2015) Grundzüge der Wirtschaftsinformatik: Organisation und Informationsverarbeitung
- Laudon, K. C., Laudon, J. P. und Schoder, D. (2015) Wirtschaftsinformatik: Eine Einführung

Prüfung : Mündlich

Mündlich , Anteil der Modulnote : 30 %

Beschreibung :

Studienbegleitende Aufgabe in Form einer Vorführung eines Teils der Fallstudien in SAP ERP bzw. CRM, im Verlauf des Semesters

Prüfung : Klausur

Klausur / 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 70 %

Beschreibung :

gegen Ende bzw. nach Ablauf der Vorlesungszeit

Modul Industrie 4.0 für Ingenieure <i>Industrie 4.0 for Engineers</i>	
Version 1 (seit SS17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter	4 LP / 120 h
Lernziele/Kompetenzen:	
<ul style="list-style-type: none"> • Studierende verstehen die Grundlagen der Industrie 4.0-Thematik und können diese auf reale Problemstellungen anwenden. Hierzu erhalten die Studierende einen Überblick über Komponenten und Basistechnologien. • Studierende können die Fachbegriffe der vierten industriellen Revolution erklären, über Trends der Thematik einen Überblick geben und neue Lösungen entwickeln sowie Lösungsentscheidungen vertreten. • Studierende erlernen die Anwendung von Methoden für den Einsatz von Industrie 4.0-Technologien 	
Empfohlene Vorkenntnisse:	
Keine	

Lehrveranstaltungen	
Industrie 4.0 für Ingenieure	
Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS)	
Lehrende: Dr.-Ing. Alfred Hypki, Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter	
Sprache: Deutsch	
Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	
Inhalte:	
<p>Nach einer allgemeinen Einführung in die Thematik der vierten industriellen Revolution lernen die Studierenden die verschiedenen Themenbereiche, die durch den Megatrend Digitalisierung tangiert werden, kennen. Von Basistechnologien aus der IT-Welt über neue Sensorsysteme bis hin zur Robotik werden verschiedene Inhalte vermittelt. Hierzu wird auch erörtert wie die aktuellen Komponenten in Zukunft vernetzt werden können. Darüber hinaus wird im Rahmen von Industrie 4.0 der Mensch als entscheidende Komponenten im industriellen Kontext herausgestellt. Zum Ende der Veranstaltungen werden die erlernten Inhalte an zahlreichen Beispielen aus dem industriellen Einsatz sowie aktuellen Forschungs- und Entwicklungsprojekten analysiert.</p>	
Die Vorlesung deckt dabei die folgenden Themenbereiche ab:	
<ul style="list-style-type: none"> · Netzwerk- und Cloud-Technologien · Software- und Steuerungs-Technologien · Industrierobotik · Sensorsysteme · Lokalisierung und Navigation 	

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">· Simulations- und Programmiertechnologien· Der Menschen in Industrie 4.0· Methoden und Referenzarchitekturen für die Systemintegration | |
|---|--|

Arbeitsaufwände:

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 80 h Eigenstudium
- Präsenzzeit: 40 h Präsenzstudium

Medienformen:

Beamer

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Zu den Übungen ist von jedem Teilnehmer ein 15-20 minütiger Vortrag zu halten.

Modul Industrielles Kunden-Management	
<i>Industrial Customer Management</i>	
Version 1 (seit WS15/16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. phil. Joachim Zülch	5 LP / 150 h
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>Zeilsetzung: Die Studierenden kennen Grundlagen angrenzender, für den Maschinenbau relevanter Ingenieurwissenschaften, wie Wirtschaftsingenieurwesen und Wirtschaftspsychologie und relevante ökonomische und organisatorische Aspekte. Die Studierenden sollen zentrale Methoden des Industriellen Kunden-Managements in den relevanten Management-Komponenten aktiv anwenden können und theoriegeleitet wissenschaftliche (Fall-)Studien bearbeiten, kritisch darstellen und präsentieren. Die Studierenden verfügen über die Fähigkeit zu vernetztem Denken, sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden und daraus kritisches Managementhandeln abzuleiten. Dazu zählt, den Studierenden spezifische Kenntnisse des industriellen Kunden-Management aus prozessualer, organisatorischer und strategischer Sicht zu vermitteln.</p> <p>Kompetenzen: Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ anwenden. Dabei lernen die Studierenden die Grundlagen, Methoden und Verfahren der wirtschaftsingenieur- und verhaltenswissenschaftlichen Ansätze in Praxis und Forschung im Bereich des IKM kennen. Dies beinhaltet die Analyse, Bewertung und Gestaltung der Aufbau- und Ablauforganisation und der Geschäftsmodelle unterschiedlicher Organisationen sowie wesentliche Elemente der kundenorientierten Strategieentwicklung.</p>	

Lehrveranstaltungen	
<p>Industrielles Kunden-Management Lehrformen: Vorlesung, Übung Lehrende: Dr.-Ing. Matthias Bartels Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester</p>	4 SWS
<p>Inhalte:</p> <p>In den Veranstaltungen zum Industriellen Kunden-Management werden Theorien, Modelle und Ansätze dargestellt und anhand von Fallstudien und Business-Episoden vertieft und reflektiert.</p> <p>Die Veranstaltung orientiert sich an der zyklischen Bearbeitung von 12 wesentlichen Management-Kompetenzfeldern zum ganzheitlichen Kunden-Management.</p> <p>12 Episoden bzw. Management-Kompetenzfelder:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Innovationsmanagement 2. Technologiemanagement 3. F&E Management 	

4. Prozessmanagement
5. Qualitätsmanagement
6. Produktmanagement
7. Marketingmanagement
8. Vertriebsmanagement
9. Servicemanagement
10. Projektmanagement
11. Change Management
12. Kundenmanagement

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 45 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 105 h Eigenstudium

Literatur:

Die Vorlesungsunterlagen werden den Studierenden zur Vorbereitung vor der entsprechenden Vorlesung sowie aktualisiert nach der Vorlesung über die campusweit verwendete E-Education-Plattform "moodle" zur Verfügung gestellt. Weitere Hinweise erfolgen in der Veranstaltung.

Prüfung : Mündlich

Mündlich / ca. 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Mündliche (Gruppen-)Prüfung

Modul Instationäre Gasdynamik des Fahrzeugmotors <i>Unsteady Gasdynamic of Vehicle Engines</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Beate Bender	5 LP / 150 h
<p>Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden sollen im Detail folgende Fähigkeiten erwerben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundsätzliches Verständnis der Modellbildung bei technischen Berechnungen • Detaillierte Darstellung des In-Cylinder Prozesses • Tiefgehendes Verständnis der instationären kompressiblen Strömung • Kenntnisse der unterschiedlichen Lösungsverfahren • Überblick über Zusatzeinrichtungen an modernen Verbrennungsmotoren (Turboaufladung etc.) <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts. • 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 mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen. • 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und 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. 	

Lehrveranstaltungen	
Instationäre Gasdynamik des Fahrzeugmotors Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. H.-J. Linnhoff Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	3 SWS

Inhalte:

In der Veranstaltung „Instationäre Gasdynamik des Fahrzeugmotors“ wird im ersten Abschnitt die thermodynamische Modellierung des Zylinderprozesses vorgestellt. Um den Ladungswechsel beschreiben zu können werden im zweiten Abschnitt die drei Erhaltungssätze (Masse, Energie und Impuls) der eindimensionalen instationären Strömung hergeleitet. Es folgt die Vorstellung des linearen akustischen Lösungsverfahrens für diese partiellen Differentialgleichungen (Erhaltungssätze), die im dritten Schritt gefolgt wird von der Besprechung mehrerer nichtlinearer Verfahren. Aktuelle Themengebiete der Motorenentwicklung wie Aufladung oder Direkteinspritzung werden an den passenden Stellen vorgestellt.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 45 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 105 h Eigenstudium

Prüfung : Instationäre Gasdynamik des Fahrzeugmotors

Mündlich / ca. 45 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Integrierte Hochdruckverfahren <i>Integrated High-Pressure Methods</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Dr. rer. nat. Sabine Kareth	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen den Stand der Forschung zu Hochdrucksystemen und Hochdruck-Phasengleichgewichten sowie die modernsten Methoden und Verfahren im Bereich der thermo- und fluiddynamischen Stoffdaten in der Hochdruckverfahrenstechnik. • Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem, kritischem und interdisziplinärem Denken ausgebaut und sind in der Lage die speziellen Eigenschaften von Hochdrucksystemen zu nutzen, etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und auf komplexe verfahrenstechnische Problemstellungen anzuwenden. • Die Studierenden können die gewonnenen Erkenntnisse auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen und so das Verhalten von Stoffgrößen wie z.B. Viskosität, Grenzflächenspannung und Dichte von Reinstoffen und Gemischen unter hohen Drücken beurteilen. 	

Lehrveranstaltungen	
Integrierte Hochdruckverfahren Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Dr. rer. nat. Sabine Kareth Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte: 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.	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	

Prüfung : Klausur Klausur / 60 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Ab einer Teilnehmerzahl ≤ 10 Teilnehmer kann die Prüfung mündlich durchgeführt werden.

Modul Introduction to Three-dimensional Materials Characterization Technics	
<i>Introduction to Three-dimensional Materials Characterization Technics</i>	
Version 1 Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig	4 LP / 120 h
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>This course provides an introduction to a range of three-dimensional nanoscale and atomic scale materials characterization technique, e.g. 3D X-ray microscopy, electron tomography, and atom probe tomography etc. The working principles of each technique will be covered in detail. The students will learn how to use the three-dimensional materials characterization technique to solve scientific questions related with material science. Applications in a vast range of applications, such as engineering alloys, catalyst materials, semiconductors will be introduced. The students will acquire a good understanding of three-dimensional nanoscale and atomic scale materials characterization methods, which are currently extremely important in both industry and academia. Additionally the students will achieve some basic hands-on experience on sample preparation and sample analysis on one of these technique (depends on the availability of instrument). During the semester each student will be assigned a current topic on which the student has to give a talk.</p>	

Lehrveranstaltungen	
<p>Three-dimensional Nanoscale Materials Characterization</p> <p>Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS)</p> <p>Lehrende: Prof. Dr. Tong Li</p> <p>Sprache: Englisch</p> <p>Häufigkeit des Angebots: jedes Semester</p> <hr/> <p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • X-ray tomography • Electron tomography • Focused ion beam slicing/scanning electron microscopy 3D tomography • 3D Energy-dispersive X-ray spectroscopy • 3D-Field ion microscopy • Atom probe tomography <p>Arbeitsaufwände:</p> <p>- Präsenzzeit: 40 h Präsenzstudium</p> <p>- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 80 h Eigenstudium</p>	3 SWS

<p>Prüfung : Klausur</p> <p>Klausur, Three-dimensional Nanoscale Materials Characterization / 60 Minuten , Anteil der Modulnote : 80 %</p>

<p>Prüfung : Seminar</p> <p>Seminar / 15 Minuten , Anteil der Modulnote : 20 %</p>

Beschreibung :

Seminar Talk

Modul Kernkraftwerkstechnik <i>Nuclear Power Plants Engineering</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marco K. Koch	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen:	
Die Studierenden kennen :	
<ul style="list-style-type: none"> • Reaktortypen, Reaktorkonzepte und die geschlossene Darstellung der Reaktorsicherheit, • exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung, • modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften • Anwendungsbeispiele und das entsprechende Fachvokabular. 	
Ferner können die Studierenden	
<ul style="list-style-type: none"> • 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	
<ul style="list-style-type: none"> • 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.	

Lehrveranstaltungen	
Kernkraftwerkstechnik Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Marco K. Koch Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte:	
Die Reaktortypen werden nach ihren Merkmalen klassifiziert und bezüglich ihrer wirtschaftlich-technischen Einsatzfähigkeit als Kraftwerksreaktoren besprochen. Internationale Entwicklungen sowie evolutionäre und innovative Reaktorkonzepte werden vorgestellt. Breiten Raum nimmt die Beschreibung des konstruktiven Aufbaus des Reaktorkerns und der -kühlkreisläufe ein, wärmetechnische Aspekte der einzelnen Reaktortypen werden behandelt. Anlagenbereiche außerhalb des eigentlichen Reaktors unter Berücksichtigung der radiologischen und anlagentechnischen Gesichtspunkte werden diskutiert. Im Rahmen des Brennstoffkreislaufs werden auch die Einrichtungen zum	

Wechsel und zur Lagerung der Brennelemente erläutert. Ein umfangreiches Kapitel bildet die geschlossene Darstellung der Reaktorsicherheit, die Funktionen der verschiedenen Strahlungsbarrieren, insbesondere die Funktion des Containments werden erläutert. Die Sicherheitsforderungen und –maßnahmen werden diskutiert

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Medienformen:

Power-Point Präsentation, Tafel

Prüfung : Klausur

Klausur / 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Konstruktion in der Antriebstechnik	
<i>Design of Drivetrains</i>	
Version 1 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge	6 LP / 180 h
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden vertiefen die Inhalte der grundlegenden Vorlesungen zur Konstruktions- und Antriebstechnik und wenden den Lernstoff unter praxisgerechten Bedingungen auf konkrete Beispiele selbst an. • Die Studierenden verstehen die wechselseitigen Beziehung zwischen den Arbeitsschritten Erstellen eines Lastenheftes, Entwicklung eines Konzeptes, Gestaltung der Konstruktion, Nachweis der Tragfähigkeit sowie Beurteilung des dynamischen Verhaltens für konkrete Antriebslösungen. • Die Studierenden können Antriebskonzepte nach dem Stand der Technik sowie den Wettbewerbs- und Produktionsbedingungen bewerten sowie optimieren. • Die Studierenden können Konstruktionssoftware im Rahmen eines Entwicklungsprozesses effizient einsetzen. <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. • Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts. • Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen. • Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. • Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen. 	

Lehrveranstaltungen	
Konstruktion in der Antriebstechnik Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)	4 SWS

Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge

Sprache: Deutsch

Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester

Inhalte:

Die Vorlesung baut auf den grundlegenden Vorlesungsinhalten zur Konstruktions- sowie Antriebstechnik auf. Sie vertieft den Stoff durch die Betrachtung konkreter Beispiele sowie aller Randbedingungen der Praxis im Umfeld der Konstruktionsarbeiten. Hierzu gehören Lastenhefte, Konzeptstudien und Anforderungen des Wettbewerbs, von Schutzrechten, von Marktzielen, von Produktionsbedingungen sowie von Kosten und Stückzahlen.

Die Vorlesung behandelt

- das Erstellen und Pflegen eines Lastenheftes
- die Bewertung des eigenen Konzepts im Vergleich zum Stand der Technik
- Methoden zur Analyse des Stands der Technik
- Methoden zur Ausarbeitung eines Konzepts bis zur Konstruktionsstudie
- einen Überblick über benötigte Berechnungen und Nachweise
- das Erstellen von Dokumenten für die technische Kommunikation

Diese Aspekte werden anhand von ausgearbeiteten Konstruktionen erläutert. Praxisbeispiele zur technischen Kommunikation ergänzen die Vorlesung.

In den Übungen sowie in Eigenarbeit erstellen die Teilnehmenden in Kleingruppen Konzeptstudien und konstruktive Entwürfe. Hierzu können Teilnehmende auch Themenvorschläge einbringen. Ergebnisse der Gruppenarbeit werden in den Übungseinheiten präsentiert und diskutiert.

Die aktive Mitarbeit in den Projektteams bereitet effektiv auf die Prüfung vor.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Kontinuumsmechanik (WP16)	
<i>Continuum Mechanics</i>	
Version 1 (seit WS13/14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden sollen nach Abschluss des Moduls die notwendigen Kenntnisse erworben haben, um beobachtetes Materialverhalten mit Hilfe kontinuumsmechanischer Konzepte in einfache mathematische Modelle zu überführen. Diese Kompetenzen sollen das vertiefende Studium mechanischer Zusammenhänge in weiterführenden Veranstaltungen aus den Bereichen der Strukturanalyse sowie der numerischen Berechnungsverfahren ermöglichen.	
Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse in Mathematik und Mechanik	
Lehrveranstaltungen	
Kontinuumsmechanik Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS 6 LP / 180 h
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Tensorrechnung • Kinematische Beziehungen • Deformation und Deformationsgeschwindigkeit, • Bilanzgleichungen, • Grundlagen der Materialtheorie • mechanische Materialmodelle 	
Arbeitsaufwände: - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium	
Medienformen: Vorlesung mit Tafelarbeit und elektronischen Medien	
Literatur: E. Becker, W. Bürger: Kontinuumsmechanik J. Altenbach, H. Altenbach: Einführung in die Kontinuumsmechanik P. Haupt: Continuum Mechanics and Theory of Materials	
Prüfung : Klausur Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %	

Modul Künstliche Intelligenz für vernetzte eingebettete Systeme <i>Artificial intelligence for embedded systems</i>	
Version 1 (seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Martin Mönningmann	3 LP / 90 h
Lernziele/Kompetenzen: Studierende lernen die wichtigsten Methoden der künstlichen Intelligenz kennen, die für den Einsatz in eingebetteten und cyber-physikalischen Systemen relevant sind. Studierende erwerben die Fähigkeit, fachwissenschaftliche Aufsätze auszuwerten, in fachwissenschaftlichen Aufsätzen vorgestellte methodische Neuerungen zu erproben und zu bewerten. Studierende erwerben die Fähigkeit, methodische Ergebnisse zielgruppengerecht aufzubereiten und zu präsentieren.	

Lehrveranstaltungen	
Künstliche Intelligenz für vernetzte eingebettete Systeme Lehrformen: Seminar Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Martin Mönningmann, Dr.-Ing. S. Leonow, Prof. Dr.-Ing. Aydin Sezgin Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Semester	3 SWS
Inhalte: Studierende lernen durch das Studium aktueller Fachaufsätze Methoden, Algorithmen und Anwendungen der künstlichen Intelligenz kennen. Der Fokus liegt auf Methoden, die für eine Umsetzung in eingebetteten Systemen geeignet sind. Jeder Studierende arbeitet auf der Basis eines oder einiger weniger Fachaufsätze einen dreißigminütigen Vortrag aus, hält diesen Vortrag vor den übrigen Teilnehmern/-innen der Veranstaltung und beantwortet im Anschluss Fragen der übrigen Teilnehmer/-innen einschließlich der Lehrenden zum Vortrag. Zudem arbeitet jeder Studierende einen kurzen zusammenfassenden Aufsatz in einem typischen Layout für Konferenzbeiträge aus. Die Beteiligung an den Fragerunden und Diskussionen der übrigen Studierenden ist Teil des Moduls, sodass eine Teilnahme an allen Vorträgen erforderlich ist.	
Hinweise: <ul style="list-style-type: none"> • Fachaufsätze liegen in Englisch vor, Vorträge und Aufsätze können in Deutsch oder Englisch verfasst werden • Bei zweimaliger Teilnahme können 6 CP's gesammelt werden 	
Arbeitsaufwände: - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 80 h Eigenstudium - Präsenzzeit: 10 h Präsenzstudium	
Medienformen: Vorträge, ausgewählte Fachaufsätze, selbst verfasste Aufsätze	

Literatur:

ausgewählte Fachaufsätze werden in der Veranstaltung bereitgestellt

Prüfung : Klausur

Klausur , Anteil der Modulnote : 25 %

Beschreibung :

kurze schriftliche Zusammenfassung im typischen Konferenzlayout (25% der Modulnote)

Prüfung : Mündlich

Mündlich , Anteil der Modulnote : 75 %

Beschreibung :

Vortrag mit anschließender Diskussion

Vortrag von 30 Minuten Länge (50% der Modulnote), anschließende Diskussion von ca. 15 Minuten Länge (25% der Modulnote)

Modul Laserfertigungstechnik <i>Laser Materials Processing</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Cemal Esen	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <u>Kenntnisse:</u> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden kennen Verfahren zur Lasermaterialbearbeitung- und Veredelung, exemplarisch den Stand moderner Forschung, Anwendungsbeispiele und verfügen über das entsprechende Fachvokabular. <u>Fertigkeiten:</u> <ul style="list-style-type: none"> 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. <u>Kompetenzen:</u> <ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. 	

Lehrveranstaltungen	
Laserfertigungstechnik Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Cemal Esen Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS
Inhalte: In dieser Vorlesung werden die Lasermaterialbearbeitungs- und Veredelungsverfahren behandelt. Nach einer Einführung in die Lasergrundlagen mit Behandlung der wichtigsten Laser für die Materialbearbeitung erfolgt die Diskussion von Laserstrahlformungs- und führungsmethoden. Anschließend werden die gängigen Laserverfahren wie Schneiden, Schweißen und Beschriften behandelt. Die Eigenheiten der Laserverfahren im Vergleich mit herkömmlichen Methoden werden diskutiert. Auch Methoden der lasergestützten Oberflächenveredelung wie Laserhärten oder Laserlegieren werden vorgestellt. Schließlich werden auch einige Spezialverfahren wie Rapid Prototyping und Mikrobearbeitungstechniken sowie die Lasersicherheit behandelt.	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	
Literatur: 1. Hügel, H. Graf, T.: Laser in der Fertigung, Vieweg, Wiesbaden, 2009.	

2. Poprawe, R.: Laser für die Fertigung, Springer, Berlin, 2005.

Prüfung : Laserfertigungstechnik

Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Lasermedizintechnik	
<i>Laser Medical Technology</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Cemal Esen	6 LP / 180 h
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p><u>Kenntnisse:</u> Die Studierenden kennen die Lasermethoden im Bereich der medizinischen Diagnose und Therapie, exemplarisch den Stand moderner Forschung und Anwendungsbeispiele.</p> <p><u>Fertigkeiten:</u> 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</p>	

Lehrveranstaltungen	
Lasermedizintechnik	4 SWS
<p>Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)</p> <p>Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Cemal Esen</p> <p>Sprache: Deutsch</p> <p>Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	
<p>Inhalte:</p> <p>In dieser Vorlesung werden die Lasermethoden im Bereich der medizinischen Diagnose und Therapie behandelt. Nach einer Einführung in die Lasergrundlagen mit Behandlung der wichtigsten Laser für die Medizintechnik erfolgt die Diskussion von Laserstrahlformungs- und -führungsmethoden sowie die Besonderheiten der Wechselwirkung von Laserstrahlung mit Gewebe. Anschließend werden die wichtigsten Diagnoseverfahren wie Fluoreszenz oder Ramanspektroskopie besprochen. Weitere Kapitel widmen sich den wichtigsten Anwendungen des Lasers in der Therapie wie Dermatologie, Augenheilkunde, Zahnmedizin und Chirurgie. Die Eigenheiten der Laserverfahren im Vergleich mit herkömmlichen Methoden werden diskutiert</p> <p>Arbeitsaufwände:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium 	

Prüfung : Lasermedizintechnik
Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Lasermesstechnik	
<i>Laser Metrology</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Andreas Ostendorf	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen:	
<u>Kenntnisse:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden kennen die gängigen Lasermessverfahren, exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung, Anwendungsbeispiele und verfügen über entsprechendes Fachvokabular. 	
<u>Fertigkeiten:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. 	
<u>Kompetenzen:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. 	

Lehrveranstaltungen	
Lasermesstechnik	4 SWS
Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)	
Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Andreas Ostendorf	
Sprache: Deutsch	
Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	
Inhalte:	
<p>Diese Vorlesung behandelt die gängigen Lasermessverfahren. Nach einer Einführung in die Elemente der Elektrostatik und der Dynamik, in der die Physik der Ausbreitung elektromagnetischer Wellen und deren mathematische Beschreibung behandelt wird, werden interferometrische Messverfahren und holografische Verfahren diskutiert. Anwendungen der Holografie zur Schwingungsanalyse und Werkstoffprüfung werden besprochen. Speckle- und Moiréverfahren werden behandelt. Optische Verfahren zur Abstands- und Konturmessung werden ebenso vorgestellt wie Lasermethoden zur Schwingungsanalyse (Laservibrometer), Geschwindigkeitsmessverfahren sowie Aerosol und Sprayanalyse. Die theoretischen Grundlagen und experimentellen Techniken werden gleichermaßen behandelt.</p>	
Arbeitsaufwände:	
<ul style="list-style-type: none"> - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium 	
Literatur:	

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. Donges, A.; Noll, R. Lasermesstechnik: Grundlagen und Anwendungen, Hüthig, Heidelberg. 1993.2. Eichler, J.; Eichler, H.-J. Laser: Laser- Bauformen, Strahlführung, Anwendungen, Springer, Berlin, 2010.3. Bimberg, D. Messtechniken mit Lasern, expert, Ehningen bei Böblingen. 1993 | |
|---|--|

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Bei einer Teilnehmerzahl < 10 erfolgt eine mündliche Prüfung

Modul Lasertechnik <i>Laser Technology</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Andreas Ostendorf	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen:	
<u>Kenntnisse:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden kennen Lasersysteme, deren Funktionsweise und Eigenschaften, exemplarisch den Stand moderner Forschung, Anwendungsbeispiele und verfügen über das entsprechende Fachvokabular. 	
<u>Fertigkeiten:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. 	
<u>Kompetenzen:</u>	
<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. 	

Lehrveranstaltungen	
Lasertechnik	4 SWS
Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)	
Lehrende: Dr. Thomas Weigel	
Sprache: Deutsch	
Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	
Inhalte:	
<p>In dieser Vorlesung werden Basiskenntnisse über Lasersysteme, deren Funktionsweise und Eigenschaften vermittelt. Im ersten Teil dieser Vorlesung werden die physikalischen Grundlagen behandelt, die zum Verständnis der Laseremission notwendig sind. Dazu gehören die Eigenschaften optischer Resonatoren, die die Strahleigenschaften von Lasern entscheidend mitbestimmen. Ein weiterer Teil der Vorlesung befasst sich mit Laserkomponenten, also Laserspiegeln, Güteschaltern, Blitzlampen, Polarisatoren, usw. Im dritten Teil werden gängige Lasertypen, wie sie in der Lasermesstechnik und in der Laserfertigungstechnik eingesetzt werden behandelt. Es wird hier auf den konstruktiven Aufbau, den Leistungsbereich und die Betriebsweise der einzelnen Typen eingegangen. Die Grundlagen der Nichtlinearen Optik und ihre wichtigsten Anwendungen werden vorgestellt.</p>	
Arbeitsaufwände:	
<ul style="list-style-type: none"> - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium 	

Literatur:

1. Eichler, J.; Eichler, H.-J.: Laser: Laser- Bauformen, Strahlführung, Anwendungen, Springer, Berlin, 2010.
2. Meschede, D.: Optik, Licht und Laser, Teubner, Stuttgart. 2008.
3. Kneubühl, F. K.; Sigrist M.W.: Laser, Teubner, Stuttgart. 2005.

Prüfung : Mündlich

Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Luftqualität <i>Air Quality</i>	
Version 1 (seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. M. Petermann	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: Studenten/Innen sollen den Stellenwert sauberer Luft verstehen, Verunreinigungen selbst messen, Verfahren kennen, um diese zu entfernen, Auswirkung von Luft auf den menschlichen Organismus begreifen, und medizinische sowie volkswirtschaftliche Risiken erkennen (Horizontenerweiterung).	

Lehrveranstaltungen	
Luftqualität: Medizin für Ingenieurinnen und Ingenieure Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS), Exkursion Lehrende: Dr.-Ing. Stefan Pollak Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Vorbesprechung • Luft, ein Lebensmittel I, Parameter für die Qualität, Richtlinienwerke, Messtechnik • Zellsysteme, der Mensch als vernetztes Ökosystem • Organe und Zellsysteme, die Topologie eines einfachen Hohlzylinders • Oberflächen und deren Aufgabe – zur Funktion des Immunsystems inklusive Entzündungsprozesse • Humanmikroben als unsichtbare Mitbewohner und Helfer • Zellsysteme, Verfahren zur Sichtbarmachung • Energiebereitstellung und -versorgung • Bindegewebe als Speicher und Filter – die Matrixtheorie nach Pischinger • Verdauung als Kraftwerk, Chemische Fabrik und Entsorgung 	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	
Medienformen: Beamer, Tafelvortrag, Arbeit mit portablen Messgeräten	
Literatur: Kowalski, Aerobiological Engineering Handbook, Mc Graw-Hill, 2006 Rea, Chemical Sensitivity, Vol. 1-4, CRC Press 1992-1998	

Prüfung : Mündlich Mündlich / ca. 50 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 % Beschreibung : 30 Minuten Power Point Präsentation, anschließend 20 Minuten Diskussion

Modul MEMS & Nanotechnologie <i>MEMS & Nanotechnology</i>	
Version 1 (seit SS16) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Das Modul MEMS & Nanotechnologie vermittelt vertiefte Kenntnisse über den Einsatz von Mikrosystemen (Mikro-Elektro-Mechanische Systeme, MEMS) in aktuellen Gebieten der Ingenieurtechnik und der biomedizinischen Technik sowie über die Konzepte, Methoden und Werkstoffe der Nanotechnologie. • Zentraler Aspekt der Vorlesung ist, den Studierenden vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen in diesen Bereichen zu vermitteln. • Anhand von zahlreichen Beispielen lernen die Studierenden den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung im Bereich MEMS & Nanotechnologie kennen. Desweiteren erwerben die Studierenden vertiefte, auch interdisziplinäre, Methodenkompetenz und können diese nach der Vorlesung auch situativ angepasst anwenden. • Im Rahmen der angebotenen Übungen praktizieren die Studierenden wissenschaftliches Lernen und Denken und lernen die Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen zu übertragen. • Das Modul bereitet die Studierenden auf die Durchführung einer Masterarbeit vor. 	

Lehrveranstaltungen	
MEMS & Nanotechnologie Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Überblick zu Konzepten und Technologien des Micro-Engineering • 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 • 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) • Nanostrukturierte Oberflächen (z.B. mittels GLAD hergestellte Nanosäulen) • Anwendungen aus dem Bereich Nanotechnologie 	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium	

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	
--	--

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %
--

Modul Management nicht erneuerbarer u. erneuerbarer Ressourcen (WP-E13)	
<i>Management of Renewable and non-Renewable Resources</i>	
Version 1 (seit WS13/14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner	3 LP / 90 h
<p>Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden sollen in der Lage sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Globale, nationale und lokale Verfügbarkeiten und Nutzungspfade von nicht-erneuerbaren und erneuerbaren Ressourcen kennen und verstehen zu lernen, • die Bedeutung einer nachhaltigen Ressourcenbewirtschaftung für Wirtschaftssysteme zu verstehen, • die Grundlagen des Stoffstrommanagements auf gegebene Aufgabenstellungen zur – industriellen - Ressourcenbewirtschaftung selbständig anzuwenden und • die Kompetenz zu erwerben, das Einsatzpotenzial von nicht-erneuerbaren und erneuerbaren Ressourcen für gegebene industrielle Aufgabenstellungen abschätzen, berechnen und bewerten zu können. 	

Lehrveranstaltungen	
<p>Management nichterneuerbarer u. erneuerbarer Ressourcen Lehrformen: Vorlesung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	2 SWS
<p>Inhalte: Im Rahmen der Vorlesung werden zunächst die Grundlagen, Ziele und Methoden des Stoffstrommanagement, der Stoffstromanalyse sowie der Stoffstrombewertung vorgestellt. Dies vollzieht sich auf der Basis des Konzepts der „nachhaltigen Entwicklung“. Eine kurze Einführung in der Rohstoffbewirtschaftung innerhalb von Wirtschaftssystemen soll illustrieren, wie alle Lebensbereiche von einer intelligenten Rohstoffnutzung profitieren. Im Anschluss werden die Rohstoffpotenziale der nicht-erneuerbaren Ressourcen sowie ihre Bedeutung als stoffliche und energetische Quelle diskutiert. Dabei werden die fossilen Rohstoffe und ihre Rolle in der globalen Rohstoffversorgung dargestellt. Der nächste Vorlesungsteil widmet sich den Verfügbarkeiten und Bewirtschaftungsgrundsätzen von natürlichen und erneuerbaren Ressourcen. Dabei stehen die Produktion von Biomasse und das nutzbare Ertragspotenzial im Vordergrund. Darüber hinaus wird die Rohstoff- und Energiepolitik in den internationalen Wirtschaftsbeziehungen dargestellt. An konkreten Beispielen wird erläutert, welche Rohstoffinformationen in industriellen Entscheidungsprozessen in welcher Weise verarbeitet werden müssen, um das Ressourcenmanagement unter verschiedenen gegebenen Zielstellungen möglichst optimal zu realisieren. Als Vorlesungsmaterial dient der Ausdruck der Präsentationsfolien.</p> <p>Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium</p>	

Medienformen:

Beamer, Tafelvortrag

Literatur:

1. Barsch, H.; Bürger, K.: Naturre Ressourcen der Erde und ihre Nutzung, Gotha Pertes 1996
2. Endres, A.; Querner, I.: Die Ökonomie natürlicher Ressourcen, Darmstadt 1993
3. Eyerer, P. (Hrsg.): Ganzheitliche Bilanzierung, Springer Verlag, Berlin – Heidelberg, 1996
4. Wicke, L. et.al.: Betriebliche Umweltökonomie, Verlag Vahlen, München, 1992
5. Internetseiten und Publikationen des BMU und der FNR www.bmu.de, www.fnr.de

Prüfung : Mündlich

Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

<p>Modul Management und Organisation von Arbeit <i>Management and Organization of Labour</i></p>	
<p>Version 2 (seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen vertiefte ingenieur- und sozialwissenschaftliche Grundlagen im Bereich des Managements und der Organisation von Arbeit. • Die Studierenden kennen im Bereich der Erwerbstätigkeit, der Wandlungsfähigkeit von Produktionssystemen, des Change Management, der Führung von Personal und der Lean Management exemplarisch den Stand moderner ingenieur- und sozialwissenschaftlichen Forschung. • Die Studierenden kennen im Bereich der betrieblich mitbestimmungspflichtigen Aspekte und des Lean Managements 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und 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. 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>1. Management und Organisation von Arbeit - Teil 1 Lehrformen: Vorlesung (2 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. Christopher Prinz Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	<p>2 SWS</p>
<p>Inhalte: Teil 1: Management und Organisation von Arbeit - Theoretische Grundlagen Die Wandlungsfähigkeit der Beschäftigten nimmt zunehmend die Rolle einer Schlüsselqualifikation in der Erwerbsarbeit ein. Wandlungsfähigkeit ist die schnelle Anpassung von Technik, Organisation und Mensch. 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</p>	

<p>aufgezeigt und diskutiert.</p> <p>Es handelt sich um eine praxisorientierte Vorlesung, die gemeinsam von der Fakultät für Sozialwissenschaft, der Gemeinsamen Arbeitsstelle RUB/IGM und des Lehrstuhls für Produktionssysteme für Studierende des Studiengangs Maschinenbau und SEPM angeboten wird.</p> <p>Arbeitsaufwände:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium 	
--	--

<p>2. Management und Organisation von Arbeit - Teil 2</p> <p>Lehrformen: Projekt</p> <p>Lehrende: Dr. Manfred Wannöffel</p> <p>Sprache: Deutsch</p> <p>Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester</p> <hr/> <p>Inhalte:</p> <p>Teil 2: Management und Organisation von Arbeit - Praxistransfer</p> <p>Durchführung eines praxisorientierten Projektes in Unternehmen (Diskussionen ausgewählter aktueller Problemfelder mit Arbeitgeber-/Arbeitnehmervertretern).</p> <p>Die im Rahmen des ersten Teils ("Teil 1") 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.</p> <p>Hierzu muss über das SoSe eine 25 seitige Hausarbeit angefertigt sowie eine Abschlusspräsentation gehalten werden</p> <p>Arbeitsaufwände:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium 	2 SWS
--	-------

<p>Prüfung : Klausur</p> <p>Klausur / 60 Minuten , Anteil der Modulnote : 40 %</p>

<p>Prüfung : Hausarbeit</p> <p>Hausarbeit / 3 Monate , Anteil der Modulnote : 60 %</p>

<p>Modul Maschinen für die Energiewende <i>Machines for the energy transition</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Francesca di Mare</p>	<p>3 LP / 90 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden kennen 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. Die Studierenden erkennen Schlüsselkomponenten in industriellen Prozessen und können Problemstellungen fachübergreifend mit geeigneten Methoden lösen. Sie haben die Fähigkeit zu kritischem und vernetztem Denken erweitert und können etablierte und innovative Methoden auswählen und einsetzen.</p>	
<p>Empfohlene Vorkenntnisse: Turbomaschinen, Thermodynamik, Energiewirtschaft</p>	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Maschinen für die Energiewende Lehrformen: Vorlesung (2 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. Thomas Polklas Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester</p>	<p>2 SWS</p>
<p>Inhalte: Die Vorlesung vermittelt einen anwendungsorientierten Überblick über den Einsatz von Turbomaschinen in einer defossilisierten Industrie und Energieversorgung.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 	
<p>Arbeitsaufwände: - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium</p>	
<p>Literatur: Vorlesungsbegleitende aktuelle Literatur wird bekannt gegeben.</p>	

<p>Prüfung : Mündlich Mündlich, Klausur / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 % Beschreibung :</p>
--

Ab einer Teilnehmerzahl ≥ 10 kann die Prüfung schriftlich durchgeführt werden

<p>Modul Masterarbeit <i>Master Thesis</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. A. Kilzer</p>	<p>30 LP / 900 h</p>
<p>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 zu bearbeiten.</p> <p>Die Masterarbeit verfolgt die folgenden übergeordneten Zielsetzungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. 	
<p>Inhalte: Verschiedene Themenstellungen aus dem Master-Studium, typischerweise in Anlehnung an den gewählten Schwerpunkt bzw. an die Forschungsgebiete des betreuenden Hochschullehrers. Aufgabenstellungen werden stets von Hochschullehrern formuliert und sollen den wissenschaftlichen Anspruch des Studiums widerspiegeln; ggf. können Themenvorschläge von Studierenden berücksichtigt werden. Die Betreuung der Arbeit kann zum Teil an wissenschaftliche Mitarbeiter delegiert werden. Bearbeitet werden können sowohl theoretische als auch experimentelle Aufgaben.</p>	

<p>Prüfung : Abschlussarbeit Abschlussarbeit / 6 Monate , Anteil der Modulnote : 100 % Prüfungsvorleistungen : Details regelt die Prüfungsordnung Beschreibung : Die Masterarbeit ist eine schriftliche Prüfungsarbeit. Die Bearbeitungszeit beträgt in der Regel sechs Monate. Eine vorzeitige Abgabe nach frühestens vier Monaten ist zulässig.</p>

Die Themenstellung aus dem Master-Studium erfolgt typischer Weise in Anlehnung an den gewählten Schwerpunkt, bzw. an die Lehr- und Forschungsgebiete des betreuenden Hochschullehrers. Aufgabenstellungen werden stets von Hochschullehrern formuliert und sollen den wissenschaftlichen Anspruch des Studiums widerspiegeln; ggf. können Themenvorschläge von Studierenden berücksichtigt werden.

Nach Festlegung eines Themas in Absprache mit dem betreuenden Hochschullehrer erfolgt die Ausgabe der Aufgabenstellung über die Vorsitzende bzw. den Vorsitzenden des Prüfungsausschusses im Prüfungsamt.

<p>Modul Materials for Aerospace Applications <i>Materials for Aerospace Applications</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marion Bartsch</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>Students will gain a comprehensive overview of high performance materials for aerospace applications, which includes the well introduced materials and material systems as well as new developments and visionary concepts. They understand how materials and material systems are designed to be 'light and reliable' under extreme service conditions such as fatigue loading, high temperatures, and harsh environments. The students will know about degradation and damage mechanisms and learn how characterization and testing methods are used for qualifying materials and joints for aerospace applications. They learn about concepts and methods for lifetime assessment.</p> <p>General understanding of procedures in selecting and developing of material systems for aerospace applications; overview of manufacturing technologies and characterization methods for qualifying materials and joints for aerospace applications; understanding of methods for evaluating material systems for aerospace applications.</p>	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Materials for Aerospace Applications Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Marion Bartsch Sprache: Englisch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p>Inhalte:</p> <p>The substantial requirements on materials for aerospace applications are „light and reliable“, which have to be fulfilled in most cases under extreme service conditions. Therefore, specially designed materials and material systems are in use. Furthermore, joining technologies play an important role for weight reduction and reliability of components. Manufacturing technologies and characterization methods for qualifying materials and joints for aerospace applications will be discussed. Topics are:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Loading conditions for components of air- and space crafts (structures and engines) • Development of materials and material systems for specific service conditions in aerospace applications (e.g. for 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 under service conditions • Characterization and testing methods for materials and joints for aerospace applications • Concepts and methods for lifetime assessment. 	

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Medienformen:

Projektor und Tafel

Literatur:

Skript in Englisch und Deutsch verfügbar, vorlesungsbegleitende Literatur wird bekannt gegeben

Prüfung : Materials for Aerospace Applications

Klausur / 180 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Materialtheorie <i>Theory of Material Modeling</i>	
Version 1 (seit WS13/14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. rer. nat. Klaus Hackl	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden haben nach Abschluss des Moduls das nötige Grundlagenwissen erworben haben, um Materialien mit Mikrostruktur modellieren zu können.	
Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	

Lehrveranstaltungen	
Materialtheorie Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr. rer. nat. Khanh Chau Le Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS 6 LP / 180 h
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Kontinuumsmechanik und Thermodynamik • Phasenumwandlung: Gleichgewicht eines Stabes, Hysterese, Dynamische Phasenumwandlung, Phasenumwandlung in höheren Dimensionen, Phasenumwandlung bei finiter Deformation • Bruchmechanik: Rissbildung in einem Stab, Spannungssingularität, Gleichgewicht von Körpern mit Rissen, Rissausbreitung, Rissbildung unter thermische Fluktuation • Versetzungstheorie: Physikalische Grundlagen, Schraubenversetzung, Stufenversetzung, Versetzungsschleife, Peach-Koehler Kraft, Versetzungsdynamik, Versetzungsstau, Versetzungsmodell der Kleinwinkelkorngrenzen • Kristallplastizität: Kontinuumsversetzungstheorie, Anti-ebene Scherung, Ebene Scherung, Einachsige Ausdehnung 	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	

Prüfung : Mündlich Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Mechanische Eigenschaften in kleinen Dimensionen <i>Mechanical Properties of Small Scale Systems</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler	3 LP / 90 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen den Bereich der mikro- und nanoskaligen Werkstoffe, das entsprechende Fachvokabular, exemplarisch den Stand moderner Forschung und kennen modernste Methoden und Verfahren 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. 	

Lehrveranstaltungen	
Mechanische Eigenschaften in kleinen Dimensionen Lehrformen: Blockseminar Lehrende: Prof. Gerhard Dehm Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	2 SWS
Inhalte: <p>Das Werkstoffspektrum umfasst sowohl Materialien mit kleinem Materialvolumen (z.B. dünne Schichten), aber auch Massivmaterialien mit kleinen Korngrößen (z.B. nanokristalline Werkstoffe). Zuerst wird kurz auf die Herstellung und Charakterisierung mikro- und nanoskaliger Werkstoffe eingegangen. Anschließend werden ausführlich die Ursachen für Spannungen in Schichten vermittelt, Methoden zur Messung von Spannungen in Schichten vorgestellt und die entsprechenden Verformungsmechanismen (Versetzungplastizität, Zwillingsbildung, eingeengtes Diffusionskriechen) besprochen. Die weiteren Inhalte befassen sich mit den Konzepten zur Festigkeitssteigerung und Erhöhung der Bruchfestigkeit von dünnen Schichten und mikro- und nanoskaligen Werkstoffen. Mechanische Größeneffekte hinsichtlich der Fließspannung, der Festigkeit, des Bruch- und des Ermüdungsverhalten werden vorgestellt und auf geometrische und mikrostrukturelle Einengungseffekte zurückgeführt.</p>	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium	

Medienformen:	
Projektor und Tafel	
Literatur:	
Vorlesungsbegleitende Literatur wird bekannt gegeben	
Prüfung : Mündlich	
Mündlich / ca. 45 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %	

Modul Mechanische Grundlagen der Strömungsmaschinen	
<i>Mechanical Foundations of Turbomachinery</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. rer. nat. Klaus Hackl	3 LP / 90 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • 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 kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts. • 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen. • Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen. • Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. • Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. 	

Lehrveranstaltungen	
Mechanische Grundlagen der Strömungsmaschinen Lehrformen: Vorlesung (1,5 SWS), Übung (0,5 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. habil. Philipp Junker Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	2 SWS
Inhalte: Zunächst sollen die Studierenden sich Kenntnisse über das dynamische Verhalten komplexer mechanischer Systeme, insbesondere Strömungsmaschinen, aneignen. Dazu werden unterschiedliche Möglichkeiten der Modellierung dieser Systeme und die daraus folgenden Eigenfrequenzen diskutiert. Weiterhin sollen die Studierenden sich einen Überblick über die Festigkeitsanalysen der höheren Mechanik verschaffen, bspw. angewendet auf thermische Gehäusedehnungen. Dies wird durch die Präsentation der Grundgleichungen der höheren Festigkeitslehre erreicht, die wiederum anhand ausgewählter Beispiele besprochen und vertieft werden. Abschließend wird eine Einführung	

in die numerische Behandlung der bislang erarbeiteten Problemstellungen basierend auf der Finiten-Elemente-Methode gegeben.

Rotordynamik: Schwinger mit mehreren Freiheitsgraden, Schwingung elastischer Systeme und Einflusszahlen, Schwingung eines kontinuierlichen Balkens, Schranken. Höhere Festigkeitslehre: Grundgleichungen der höheren Festigkeitslehre, Scheiben & Platten, ausgewählte analytische Beispiele.

Numerische Methoden: Einführung in die Finite Elemente Methode, FEM für dynamische Systeme, Eigenfrequenzen und Eigenformen. Die Vorlesung wird durch zahlreiche Anwendungen und Beispiele ergänzt.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 30 h Eigenstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium

Medienformen:

Vorlesung mit Tafelarbeit ergänzt durch Beamer-Präsentationen, Vorrechnen von Beispielaufgaben in der Übung, Computerdemonstrationen.

Prüfung : Mündlich

Mündlich / ca. 30 Minuten

Modul Methoden der integrierten Produktentwicklung <i>Techniques of Integrated Product Development</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Beate Bender	6 LP / 180 h
<p>Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden sollen im Detail folgende Fähigkeiten erwerben:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analysieren und Bewerten der integrativen Zusammenhänge in Produktentstehungsprozessen (Entwicklung und Herstellung). • Erlernte Entwicklungsmethoden und -werkzeuge (Methodensammlung) flexibel und bedarfsgerecht einsetzen zu können. • Entwicklungsprojekte im Rahmen integrierter Vorgehensweisen (Simultaneous Engineering, Projektmanagement) planen, steuern und prüfen zu können. • Die Potenziale neuer Technologien in fortschrittlichen Anwendungsfeldern des Maschinenbaus zu nutzen. • Marktbedarfe und Wettbewerbskriterien zu ermitteln und zu antizipieren. • Arbeitsweisen und Soft Skills zu trainieren. <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts. • Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung. • Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts etablierte und neue Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften/des Maschinenbaus und 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und 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. 	
Lehrveranstaltungen	
Methoden der integrierten Produktentwicklung Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Beate Bender Sprache: Deutsch	4 SWS

Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester

Inhalte:

Entwicklungs- und Konstruktionsprozesse werden dann optimal durchgeführt, wenn dabei innovative Produkte unter Beachtung der integrativen Zusammenhänge im industriellen Umfeld zeit-, kosten- und qualitätsgerecht entstehen. Daran orientiert werden in dieser Veranstaltung einleitend die integrativen Zusammenhänge von Produktentstehungsprozessen und Produkten erläutert und darauf aufbauend Prozess- und Produktstrukturen unter Integrationsgesichtspunkten eingeordnet. Im vertiefenden Abschnitt werden dann aus einer umfangreichen Methodensammlung exemplarisch integrationsfördernde Methoden wie QFD, FMEA und Target Costing sowie innovationsfördernde Methoden wie Conjointanalyse, Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ) behandelt. Daran schließt sich die Vermittlung von organisations- und managementbezogenen Methoden wie Simultaneous Engineering (SE) und Projektmanagement (PM) unter dem besonderen Aspekt der Teamorientierung an. Die Vorlesungsinhalte werden durch industriennahe Beispiele veranschaulicht sowie in mitlaufenden Übungen anhand konkreter Entwicklungsaufgaben unter Verwendung von erlernten Methoden und Werkzeugen angewendet.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Prüfung : Hausarbeit

Hausarbeit , Anteil der Modulnote : 30 %

Prüfung : Klausur

Klausur / 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 70 %

Modul Modellierung und Entwurf dynamischer Systeme <i>Mathematical modelling and design of dynamic systems</i>	
Version 1 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Martin Mönnigmann	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Kernaspekt ist es, den Studierenden im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Modellierung und der Synthese interdisziplinärer dynamischer Systeme, der zugehörigen Mathematik, der Regelungstechnik sowie aktuelle, Anwendungsbeispiele zu vermitteln. • Weiterhin wird exemplarisch der Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung aufgezeigt. • Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden. • Sie praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken, so dass Erkenntnisse/ Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen werden können. • Ein wichtiger Aspekt ist, dass die Studierenden vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erwerben und diese situativ angepasst anwenden können. So werden auch komplexe simulationstechnische, regelungstechnische und mathematische Problemstellungen in fachübergreifenden physikalischen Systemen mit geeigneten Methoden gelöst. • Dazu gehört insbesondere das Erlernen und Erkennen interdisziplinärer Zusammenhänge und übergreifend gültiger Grundgesetze • Weiterhin soll das strikte und systematische Vorgehen bei regelungstechnischen und konstruktiven Synthesaufgaben, unabhängig von den jeweiligen Systemspezifikationen, Ziel dieser Vorlesung sein. • Die Studierenden erlernen die Grundzüge der Anwendung moderner Berechnungsprogramme (z.B. MATLAB) zur Behandlung komplexer Problemstellungen. 	

Lehrveranstaltungen	
Modellierung und Entwurf dynamischer Systeme Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. S. Leonow Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte: Die Veranstaltung basiert auf den Kenntnissen des Bachelorstudiums, insbesondere aus den Bereichen Mechanik, Thermo- und Fluidodynamik, 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

Arbeitsaufwände:

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium
- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium

Literatur:

Als Veranstaltungsmaterialien stehen ein Vorlesungsskript, Übungsunterlagen sowie Altklausuren zur Verfügung

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 keine Einheit gewählt , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Die Modulprüfung kann je nach Teilnehmerzahl auch als mündliche Prüfung abgehalten werden.

Modul Modellierung von Mikrostruktur und mechanischen Eigenschaften niedriglegierter Stähle <i>Modeling microstructure and mechanical properties of low alloy steels</i>	
Version 1 (seit SS18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. rer. nat. Klaus Hackl	4 LP / 120 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage, Materialmodelle auf Basis der einschlägigen Fachliteratur zu erstellen und zu bewerten. • Die Studierenden kennen die Prozessabläufe zur Herstellung warmgewalzter Produkte sowie die wesentlichen Einflussfaktoren auf die mechanischen Eigenschaften niedriglegierter Stähle. • Die Studierenden kennen und verstehen etablierte Modelle für die Wirkung von Legierungselementen und thermomechanischer Behandlung niedriglegierter Stähle. • Die Studierenden können unterschiedliche Modelle für aufeinander aufbauende Produktionsschritte kombinieren und zu einem durchgängigen Materialmodell zusammenfügen. • Die Studierenden sind in der Lage, sich selbständig weitere Materialmodelle aus der Literatur zu eigen zu machen, diese aufzubereiten, zu vergleichen und in kompakter, verständlicher Form zu vermitteln. 	
Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	

Lehrveranstaltungen	
Modellierung von Mikrostruktur und mechanischen Eigenschaften niedriglegierter Stähle Lehrformen: Blockseminar Lehrende: Prof. Dr.-Ing. habil. Rainer Fechte-Heinen Sprache: Deutsch	2 SWS
Inhalte: Zunächst erfolgt eine Einführung in die Produkte, Anwendungen und Eigenschaften warmgewalzter, niedriglegierter Stähle sowie in die Prozessschritte zur Herstellung von Warmband und Grobblech. Anschließend wird die Bedeutung der Modellierung in der industriellen Praxis am Beispiel der Stahlherstellung erläutert. Im Hauptteil der Vorlesung werden die metallkundlichen Mechanismen entlang des Fertigungsprozesses von Warmband und Grobblech erläutert und Modelle für Ausscheidungsbildung und –auflösung, Austenitkornwachstum, Verfestigung, Erholung, dynamische und statische Rekristallisation sowie Phasenumwandlungen vorgestellt und verglichen.	

Schließlich wird gezeigt, wie sich der Einfluss der zuvor behandelten Phänomene auf die mechanischen Eigenschaften des Endproduktes zusammenfassen und in ein industriell anwendbares Gesamtmodell überführen lässt.

Zum Abschluss der Vorlesung wird die industrielle Anwendbarkeit von unterschiedlichen Modellierungsansätzen an Beispielen aus der Stahlherstellung erläutert.

Im Anschluss an die Vorlesung erarbeiten die Studierenden jeweils einen Seminarvortrag zu unterschiedlichen, vorgegebenen Einflussfaktoren auf die mechanisch-technologischen Eigenschaften niedriglegierter Stähle. Hierzu wird zunächst in Eigenarbeit eine Literaturrecherche durchgeführt, die dann in Form eines Seminarbeitrages an Hand einer selbst erstellten Präsentation allen Teilnehmenden an einem separaten Seminartermin vorgestellt wird.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 40 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 80 h Eigenstudium

Literatur:

- Vorlesungsfolien
- Umfangreiches Literaturverzeichnis
- Selbst recherchierte Literatur zu ausgewählten Themen

Prüfung : Seminar

Seminar , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Seminarbeitrag von 15 Minuten Länge + 5 Minuten Diskussion

Teilnahmepflicht am gesamten Seminar!

Modul Motorische Verbrennung <i>Combustion in Internal Combustion Engines</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. V. Scherer	6 LP / 180 h
<p>Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden kennen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • vertiefte Grundlagen der Verbrennungstechnik in Kolbenmotoren, • exemplarisch den Stand moderner Forschung, • modernste Methoden und Verfahren, kennen Anwendungsbeispiele und verfügen über entsprechendes Fachvokabular. <p>Ferner können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Die Studierenden haben</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</p>	

Lehrveranstaltungen	
<p>Motorische Verbrennung Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. V. Scherer Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p> <p>Inhalte: Die Vorlesung „Motorische Verbrennung“ vermittelt einen vertieften Einblick in die Grundlagen der Verbrennungstechnik in Kolbenmotoren. Nach einem Überblick über die verfügbaren Kraftstoffe und Ihre Eigenschaften werden die wichtigsten Werkzeuge zur Behandlung von Verbrennungsvorgängen besprochen. Dies sind die Stöchiometrie der Verbrennung, das chemische Gleichgewicht sowie die Grundlagen der Reaktionskinetik. Darauf aufbauend können Verbrennungstemperaturen, Gemischzusammensetzungen und Zündvorgänge beschrieben werden. Die Vorgänge bei der Vormischverbrennung in Ottomotoren und der Diffusionsverbrennung in Dieselmotoren werden erarbeitet, wobei Gemischaufbereitung, die Zerstäubung des Kraftstoffs und der Brennverlauf wichtige</p>	4 SWS

Aspekte sind. Abschließend werden die wesentlichen Schadstoffbildungsmechanismen behandelt und es werden die Möglichkeiten der Schadstoffminderung vorgestellt.

Arbeitsaufwände:

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium
- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Bei einer Teilnehmerzahl ≤ 10 kann die Prüfung auch mündlich durchgeführt werden.

Modul Motormanagementsysteme*Engine Managementsystems for Gasoline and Diesel Combustion Engines for Mobile Road Applications*

Version 1 (seit SS15)

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Eifler

6 LP / 180 h

Lernziele/Kompetenzen:

Konventionelle Otto- und Dieselmotoren werden noch über Jahrzehnte die wesentlichen Antriebsaggregate für Straßenfahrzeuge darstellen. Da konstruktionsseitig nur noch schwer wesentliche Verbesserungen hinsichtlich Verbrauch und Emissionierung zu erwarten sind, liegt der Schwerpunkt der Entwicklung bei modernen Kfz-Powertrains seit Jahren auf der Optimierung der elektronischen Motorsteuerung.

Verbesserte Bestückungen mit Sensorik, Aktuatorik und optimierte Software-Algorithmen nutzen die noch brach liegenden Potenziale des Antriebsstrangs unter Ausnutzung der thermodynamischen Vorgaben zunehmend aus. Motoreningenieure benötigen zur Weiterentwicklung der zukünftigen Antriebskonzepte einen Wissensstand, der weit über die thermodynamischen Zusammenhänge hinausgeht. Die notwendige Umsetzung der thermodynamischen und basismotorischen Anforderungen in moderne mechatronische Konzepte erfordert im ersten Schritt ein solides Verständnis des Regelungs- und Steuerungsverhaltens von modernen Otto- und Dieselmotoren. Erst danach können diese Anforderungen in ein elektronisch gesteuertes Motormanagementsystem umgesetzt werden.

Im Rahmen der Vorlesung werden die drei wesentlichen Beeinflussungspfade für konventionelle Motoren und die Auswirkungen auf die Fahrbarkeitsfunktionen erläutert und hierfür die Berechnungsgleichungen für Füllung, Drehmoment und Leistung hergeleitet. Für den Luftpfad, den Kraftstoffpfad und den Zündungs- oder Wirkungsgradpfad wird anschließend die mechatronische EMS-Bestückung erläutert. Bei den Ottomotoren wird hierbei zwischen Saugrohr- und Direkteinspritzung unterschieden. Bei Dieselmotoren stehen moderne Hochdruck-Common-Rail-Systeme im Vordergrund. Neben der Leistungsstellung wird jeweils erläutert, wie Emissionierungsmaßnahmen (Abgasrückführung, Gemisch- und Zündungskorrektur, Tankentlüftung) in der Regel Wirkungsgrad reduzierend auf die Steuergrößen Einfluß nehmen.

Das Kapitel Emissionierung erläutert die aktuell gängigen Abgasnachbehandlungsmaßnahmen der homogen- und inhomogengeschichteten Motorentechnik. Es werden Technologien wie Dreiwege-Katalysatoren, Partikelfilterung, selektive katalytische Reduktion und NOx-Speicherung erläutert. Im Vordergrund stehen bei den Betrachtungen auch hier jeweils die mechatronische Umsetzung der Anforderungen.

Moderne EMS-Systeme sind aktuell stets mit Momentenstrukturen aufgebaut. Ausgehend von den vorausgegangenen Erläuterungen zur Leistungs- und Emissionseinstellung wird das System in groben Zügen erläutert und anhand von Auszügen aus realen Funktionsrahmen erläutert.

Den Abschluß der Vorlesung bildet das Kapitel zur Onboard-Diagnose in der Motorsteuerung. Es werden die gesetzlichen Grundlagen vorab dargestellt und erläutert, welche Anforderungen und Auswirkungen die OBDII für die Motorentechnik und das gesamte Antriebskonzept haben. Abschließend wird der erforderliche Zusatzaufwand an Mechatronik und Softwarealgorithmen erläutert und grundlegende Funktionen im Detail beschrieben.

In der Übung wird anhand von konkreten Beispielen die Standard-Softwarebeschreibung in den Motorsteuerungen durchgesprochen. Die Studierenden werden in die Lage versetzt, einen EMS-Funktionsrahmen zu lesen und zu verstehen. Auf Basis des Vorlesungsstoffes werden von den Studierenden eigenständig Motorsteuerungskomponenten ausgelegt und an einen vorgegebenen „Ernstfall“ angepasst. Durch die Vorlesung und Übung können die erlangten Erkenntnisse und Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen werden. Im einem umfangreichen Repetitorium wird der komplexe und umfangreiche Stoff wiederholt und das Verständnis sichergestellt.

Kenntnisse: Die Studierenden kennen die vertieften Ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen im Bereich der Fahrzeugantriebstechnik und Motorsteuerungselektronik und exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung auf diesem Gebiet. Sie kennen hierbei modernste Methoden und Verfahren der Fahrzeug-Powertrain-Ingenieurwissenschaften und kennen Anwendungsbeispiele.

Fertigkeiten: Die Studierenden verfügen über die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken. Sie praktizieren erste Ansätze wissenschaftlichen Lernens und Denkens, können ingenieurtechnische Probleme modellieren und lösen. Mit geeigneten Methoden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) gelöst werden.

Kompetenzen: Die Studierenden verfügen in Bezug zur Kfz-Antriebstechnik über fachübergreifende Methodenkompetenz. Sie können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete maschinenbauliche / ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen übertragen und haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.

Die Veranstaltung vermittelt: Fachkompetenz 50%, Methodenkompetenz 30%, Systemkompetenz 15%, Sozialkompetenz 5%.

Empfohlene Vorkenntnisse:

Kenntnisse in allgemeiner Motorentechnik, Regelungstechnik, Elektronik, Motorthermodynamik

Lehrveranstaltungen

<p>Motormanagementsysteme</p> <p>Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)</p> <p>Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Eifler</p> <p>Sprache: Deutsch</p> <p>Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	4 SWS
<p>Inhalte:</p> <p>Einführung, Umfeld, elektronische Systeme; Motorsteuerung, Momenten basierte Funktionen; Luftpfad Ottomotoren, Saugrohr und Gasdynamik; Luftpfad Variable Ventiltriebe; Luftpfad Aufladung; Luftpfad Abgasrückführung; Kraftstoffpfad Otto-motoren mit Saugrohreinspritzung; Kraftstoffpfad Ottomotoren mit Benzin-Direkteinspritzung; Kraftstoffpfad Dieselmotoren; Zündung und Verbrennung bei SRE- und BDE-Ottomotoren; Zündung und Verbrennung bei Dieselmotoren; Homogene kalte Verbrennung bei Otto- und Dieselmotor; Onboard-Diagnose im KFZ - allgemeine Regelungen; Onboard-Diagnose im KFZ - spezifische Funktionen Otto- und Dieselfahrzeuge</p> <p>Inhalte der Übung: Intensive Durchsprache der Syntax und Struktur von Funktionsrahmen. Erläuterung von wichtigen Algorithmen zur Motorsteuerung. Durchführung von Tätigkeiten mit EMS-Applikationsystemen (z. B. INCA). Durchführung von HIL- und EMS-Prüfstandsversuchen. Konstruktionsübung mit Auslegung eines EMS-Systems. Fagenkatalog zur Vertiefung und Wissenstandssicherung</p> <p>Arbeitsaufwände:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium <p>Medienformen:</p> <p>Powerpoint-Folien, Vorlesungspodcasts, Animationen, Videos und reale Bauteile. Alle Informationen und umfangreiche Zusatzliteratur im Blackboard-System der RUB.</p>	
<p>Literatur:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Robert Bosch GmbH - Ottomotor-Management - 3. Auflage - Vieweg 2. Robert Bosch GmbH - Dieselmotor-Management - 4. Auflage – Vieweg 3. Hiereth, H. , Prenninger, P. - Aufladung der Verbrennungskraftmaschine - Springer 2003 4. van Basshuysen (Hrsg.) – Ottomotor mit Direkteinspritzung – 1. Auflage 2007 – Vieweg 5. Eichlseder, H. ; Klüting, M.; Piock, W. : Grundlagen und Technologien des Ottomotors, Springer - der Fahrzeugantrieb , 2008 6. Pucher H., Zinner K. - Aufladung von Verbrennungsmotoren, 4. Auflage 2012, Springer Vieweg 7. Angermann, A., Beuschel, M., Rau M., Wohlfahrt U. - Matlab-Simulink-Stateflow, Oldenbourg 2004 8. Reif, K. – Automobilelektronik - Vieweg 2006 9. Schäufele, J. , Zurawka, T. – Automotive Software Engineering – 3. Auflage 2006 - Vieweg 10. Ribbens, William B. , Understanding Automotive Electronics – Newnes-Elsevier – 2003 	

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none">11. Kiencke, U. , Nielsen. L. – Automotive Control Systems – 2. Ed. Springer 200512. Wallentowitz, Reif (Hrsg) – Handbuch Kraftfahrzeugelektronik – Vieweg 200613. Predelli, O.(Hrsg.) – Onboard-Diagnose – Expert-Verlag 200514. Rokosch, Uwe – Onboard-Diagnose Vogel Fachbuch/Service Fibel 2006 | |
|--|--|

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Prüfungsvorleistungen :

Teilnahme an den Vorlesungen und Übungen

Modul Multiscale Mechanics of Materials	
<i>Multiscale Mechanics of Materials</i>	
Version 1 (seit SS19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Alexander Hartmaier	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden haben interdisziplinäres Wissen über die unterschiedlichen Längen- und Zeitskalen, in welchen Phänomene und Mechanismen des Werkstoffverhaltens auftreten. • Weiterhin verstehen sie die unterschiedlichen Ebenen auf welchen diese Phänomene beschrieben werden und die modernen Ansätze zur Überbrückung und Einbindung dieser Skalen einschließlich ihrer Gültigkeitsbereiche. • Sie haben die Fähigkeit erworben, eigenständig skalenübergreifende numerische Modelle zu entwickeln, die alle notwendigen Skalen in Betracht ziehen. • Sie können diese Modelle benutzen um das physikalische Verhalten neuer Werkstoffe unter Anwendungsbedingungen vorauszusagen. 	

Lehrveranstaltungen	
Multiscale Mechanics of Materials Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr. Alexander Hartmaier, Dr.-Ing. Napat Vajragupta Sprache: Englisch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Typische Beispiele multipler Längen- und Zeitskalen in der Werkstoffwissenschaft • Klassifikation der Modelle (elektronisch, atomistisch, mesoskalig, makroskalig/ Kontinua) • Konzepte simultaner und hierarchischer Multiskalen-Ansätze • Strategien zur Ableitung von schematisierten Modellen • Atomistisch und mikrostrukturell informierte Kontinuumsmodelle • Beispiele und Anwendungen verschiedener Simulationsmethoden (im Seminar) 	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	

Prüfung : Klausur Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %
--

<p>Modul Numerische Gasdynamik für Antriebs- und Energiesysteme <i>Energy Technologies in Mechanical Engineering</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS18) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Francesca di Mare</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen: Die Lehrveranstaltung ist für Studierenden in Master Studiengang konzipiert, die insbesondere an die Vertiefung der numerische Methoden und Simulationsverfahren der kompressiblen, turbulenten und reagierenden Strömungen Interesse haben. Das Hauptziel der Veranstaltung ist die Vermittlung der Zusammenhänge zwischen der mathematischen Natur der zugrundeliegenden Gleichungen und den numerischen Methoden, welche für deren Lösung anzuwenden sind. Die Studierenden werden in der Lage versetzt, die mathematischen Modelle, welche die technischen Systemen (e.g. Flugtriebwerke, Gas- und Dampfturbinen) beschreiben, auf ihre Eigenschaften basierend zu charakterisieren und die geeignete Lösungsverfahren auszuwählen. Weiterhin, werden die Studierenden die notwendigen Kompetenzen akquirieren, um die optimale Aufsetzung der numerischen Parameter für die Simulation eines technischen Systems zu bestimmend.</p>	
<p>Empfohlene Vorkenntnisse: Thermodynamik, Gasdynamik, Computersimulation</p>	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Numerische Gasdynamik für Antriebs- und Energiesysteme Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr. Francesca di Mare Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p>Inhalte:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mathematische Eigenschaften der grundlegenden Gleichungen (Navier-Stokes) für turbulente, reagierende Strömungen • Review der Grundlagen der Gasdynamik für nicht-ideale Arbeitsmedien • Review der Grundlagen der Numerischen Methoden für die Gasdynamik • Einführung zu Lösungsverfahren für die Gasdynamik (Dichte-Basierte Verfahren vs. Druck-Basierte Verfahren) 	
<p>Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium</p>	
<p>Literatur: - C. Hirsch: Numerical Computation of Internal and External Flows: V 1 and 2, J. Wiley & Sons, 1990</p>	

- C. Laney: Computational Gas Dynamics, Cambridge University Press, 1998

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Offroad Maschinen: Produktverifikation	
<i>Product Verification of Construction Machines</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. J. Scholten	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Auf Basis von aktuellen Forschungsergebnissen und Anwendungsbeispielen aus dem Bereich der Offroad-Maschinen lernen die Studierenden modernste Methoden und Verfahren zur Verifizierung von Produkten kennen. Durch das selbstständige Nachvollziehen dieser Beispiele werden dabei auch ingenieurwissenschaftliche Grundlagen vertieft. • Die aktive Einbindung der Studierenden innerhalb des Moduls fördert ein grundlegendes Verständnis der Anwendung der FE-Methode als etabliertes Verfahren zur Lösung komplexer mathematischer Problemstellungen in physikalischen Systemen. Dabei liegt ein besonderer Schwerpunkt im kritischen Hinterfragen der Simulationsergebnisse. Die statischen sowie die dynamischen FE-Simulationen beziehen sich durchgehend auf in ihrem Komplexitätsgrad stetig zunehmende praktische Anwendungsbeispiele aus dem Bereich der Offroad-Maschinen. • Den Studierenden wird die Fähigkeit vermittelt, für praxisrelevante Fragestellungen den sinnvollen Einsatz von Verfahren zur Produktverifikation beurteilen zu können, aber auch vorliegende Simulationsergebnisse hinsichtlich Modellierung, Randbedingungen, Lastannahmen und Ergebnisgüte kritisch bewerten und hinterfragen zu können. Durch die interaktive Gestaltung des Moduls erlangen die Studierenden neben der Methodenkompetenz auch Basiskompetenzen in der selbstständigen Anwendung von kommerziellen FE-Softwarepaketen. 	

Lehrveranstaltungen	
Offroad-Maschinen: Produktverifikation Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. S. Bauer, Prof. Dr.-Ing. J. Scholten Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte: 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 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	

diskutieren zu können. Um die Grenze des einfachen Materialgesetzes aufzuzeigen werden Zugstäbe modelliert, die die Nichtlinearität des elastischen Anteils bei Polymeren, die irreversible Deformation sowie Verfestigung bei Plastizität und die transversalen Isotropie bei Faserverstärkung abbilden. 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. Abschließend 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. Als Abschluss des Themengebiets Strukturmechanik wird die Methode der Submodellierung zur Berechnung örtlicher Spannungen eingesetzt. 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.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Medienformen:

Tafel, Präsentation, interaktive Übung am PC

Prüfung : Mündlich

Mündlich / ca. 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

30 min. Einarbeitungszeit mit anschließender max. 60 min. mündl. Prüfung in Gruppen

Modul Offroad Maschinen: Systemanalyse <i>System-Analysis of Construction Machines</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. J. Scholten	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Den Studierenden wird anhand von Anwendungsbeispielen aus der Praxis der Offroad-Maschinen systemanalytisches Denken in Bezug auf komplexe maschinen- und anwendungstechnische Zusammenhänge näher gebracht. • Bekannte ingenieurwissenschaftliche Methoden werden auf diesen Anwendungsfall am Beispiel der Modellierung und Entwicklung von Interaktionsmodellen zwischen Maschine und Umgebung angewandt und vertieft. Die Studierenden erstellen physikalische Modelle, die die Wechselwirkung zwischen Substrukturen von Maschinensystemen (Bsp. Arbeitsausrüstungen, Reifen- und Raupenfahrwerke) und dem System Boden abbilden. Nach kritischer Hinterfragung der erarbeiteten Ansätze und ggf. erforderlichen Vereinfachungen können so Lastannahmen und Randbedingungen hergeleitet und mit Daten aus Anwendung und Forschung verifiziert werden. Zusätzlich wird ein Grundverständnis für die Maschinenakustik und die besonderen Anforderungen an die Mobilhydraulik im Bereich der Offroad-Maschinen vermittelt. • Die Studierenden erwerben Methodenkompetenzen, um komplexe reale Maschinensysteme zu analysieren und relevante Interaktionen zu modellieren. Weiterhin werden sie in die Lage versetzt, Maschinen hinsichtlich Geräuschquellen und -übertragung akustisch zu bewerten und für verschiedene Einsatzfälle den Aufbau der Mobilhydraulik zu bewerten um mögliche Optimierungspotenziale zu identifizieren. 	

Lehrveranstaltungen	
Offroad-Maschinen: Systemanalyse Lehrformen: Vorlesung mit Übung, Exkursion Lehrende: Prof. Dr.-Ing. S. Bauer, Prof. Dr.-Ing. A. Katterfeld, Prof. Dr.-Ing. J. Scholten Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS
Inhalte: Nach einer kurzen allgemeinen Einführung wird zunächst am Beispiel einer Grabenwalze durch die Auswertung von Beschleunigungsmessungen und die dynamische Modellierung des Maschine-Boden-Systems das Themenfeld Verdichtungskontrolle behandelt. Anschließend werden am Beispiel des Tiefenrüttlers verschiedene Verdichtungsverfahren sowie die notwendigen Grundlagen der Bodenmechanik vermittelt. Darauf aufbauend werden für den maschinellen Grabvorgang die relevanten Erdstoffparameter behandelt und verschiedene Grabkraftmodelle und die daraus abzuleitenden Konstruktions- und Systemparameter für die Grabwerkzeuge bzw. die Baumaschine insgesamt abgeleitet. Aufbauend auf den Erkenntnissen findet ein Exkurs in die Simulationstechnik der diskreten	

Elemente statt, die zur simulationsgestützten Abbildung von Partikelsystemen verwendet wird. Durch die Diskussion der Simulationsergebnisse kann vertiefendes Verständnis für den Einfluss der Erdstoffparameter generiert werden.

Einen eigenen Schwerpunkt bildet das Themenfeld Unterwagen, hier werden sowohl die konstruktiven Details von Reifen und Raupenfahrwerken diskutiert als auch die sich aus der Schnittstelle mit dem Boden ergebenden Fahrwiderstände und Lastannahmen.

Ein weiterer Schwerpunkt dient der Einführung in die Maschinenakustik mit den Unterpunkten Schallentstehung und –übertragung, Messung von Innen- und Außengeräuschen sowie akustische Analyse und Optimierung von Offroad-Maschinen.

Zum Abschluss des Moduls folgt schließlich das Themenfeld Mobilhydraulik, hier werden neben einer spezifischen fundierten Einführung insbesondere in die Elemente der Hydraulik weiterführend Aspekte hinsichtlich Wirkungsgrad, Pulsationsanregung und Leistungssteuerung (LUDV, load sensing) angesprochen.

Arbeitsaufwände:

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium
- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium

Prüfung : Klausur

Klausur / 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Plastizität und Materialschädigung (WP21) <i>Plasticity and Damage</i>	
Version 1 (seit WS13/14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden sollen nach Abschluss des Moduls Grundlagenkenntnisse erworben haben, um elastisch-plastisches Materialverhalten im Rahmen einer geometrisch linearer Beschreibung mechanisch behandeln zu können. Darüber hinaus sollen die Studierenden in der Lage sein, einfache phänomenologische Schädigungsformulierungen einzubeziehen.	
Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse in Mathematik und Mechanik (z.B. aus Bachelorstudium)	

Lehrveranstaltungen	
Plastizität und Materialschädigung Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani, Dr.-Ing. habil. Philipp Junker Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS 6 LP / 180 h
Inhalte: Die Veranstaltung gliedert sich in folgende Abschnitte: <ul style="list-style-type: none"> • Kontinuumsmechanische und thermodynamische Grundlagen • Konzept der internen Variablen, zugeordnete Dissipation • Elasto-plastische Stoffgesetze (Fließfunktion, Fließregel, Versagenshypthesen) • Beispiele zur Plastizitätstheorie • Aspekte der Materialschädigung (Lineare Bruchmechanik, Bruch- und Versagenskriterien, Rissbildung und -fortschritt, K-Faktoren) • Kontinuumsmechanisches Schädigungsmodell 	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	
Medienformen: Vorlesung mit Tafelarbeit und elektronischen Medien	
Literatur: G. Maugin: The thermomechanics of plasticity and fracture R. Hill: The Mathematical Theory of Plasticity J. Lubliner: Plasticity Theory	
Prüfung : Mündlich Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %	

Modul Porous Materials*Porous Materials*

Version 1 (seit SS15)

Modulverantwortliche/r: Jun.-Prof. S. Frerich

6 LP / 180 h

Lernziele/Kompetenzen:

- Having successfully completed this class, the students possess extended knowledge about established and current international theories in engineering science describing porous materials. They are able to systematically compare them with regard to scientific and methodical competencies.
- Thanks to their capability of developing independent questions and pursuing corresponding projects both theoretically and in small experiments, the students are able to evaluate scientific results. In addition to comprehend methodical knowledge published in scientific literature, the students are also able to compare and review results, published in studies.
- Therefore, the students are able to transfer their knowledge to different application fields related to the interdisciplinary topics handled in this class: Heat and mass transfer, chemical engineering and material science.
- The international perspective of this class enables the participants to reflect their knowledge in varying background settings. They are aware of an engineer's responsibility for social developments and able to solve respective tasks individually and as a team.

-
- Nach erfolgreichem Abschluss dieses Fachs besitzen die Studierenden erweiterte Kenntnisse über klassische und aktuelle ingenieurwissenschaftliche Theorien zur Beschreibung von porösen Materialien sowie ihre Entwicklung im Kontext der internationalen Diskussion. Sie verfügen über Expertise im systematischen Theorienvergleich auf der Basis wissenschaftstheoretischer Kompetenz und kennen methodische Vorgehensweisen.
 - Dank der Fähigkeit, eigenständige Fragestellungen zu entwickeln und diese in Form kleiner Forschungsarbeiten theoretisch und praktisch zu bearbeiten, vermögen die Studierenden, fremde Studien- und Forschungsergebnisse auf der Grundlage ihrer Expertise im Bereich quantitativer und/oder qualitativer ingenieurwissenschaftlicher Methoden kritisch zu reflektieren. Zusätzlich sind sie in der Lage, ingenieurwissenschaftliche Analysen in wissenschaftlicher Fachliteratur nachzuvollziehen und kritisch zu prüfen.
 - Auf diese Weise können die Studierenden ihr angeeignetes theoretischen und methodisches Wissen auf unterschiedliche themenspezifische Anwendungsgebiete übertragen und im interdisziplinären Zusammenhang der Fächer Wärme- und Stoffübertragung, Verfahrenstechnik und Materialwissenschaft neue Forschungsansätze entwickeln.
 - Die internationale Ausrichtung der Veranstaltung ermöglicht es den Studierenden, ihre Kenntnisse mit besonderer internationaler Perspektive zu reflektieren und sie auf

verschiedene Praxis- und Berufsfelder anzuwenden. Sie sind sich der Verantwortung eines Ingenieurs für die gesellschaftliche Weiterentwicklung bewusst und können entsprechende Aufgaben effizient als Individuum und im Team lösen.

Lehrveranstaltungen	
<p>Porous Materials Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Jun.-Prof. S. Frerich Sprache: Englisch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p> <hr/> <p>Inhalte: The class "Porous Materials" contemplates different approaches on characterization and mathematical description of porous media in all physical conditions. Since they can be made from rock, food, metals or polymers, their properties differ strongly from each other. In addition to various manufacturing technologies, the corresponding applications of porous media are discussed. Much attention will be given to transport phenomena of mass, momentum and energy, as these mechanisms are important for the technical implementation of these materials.</p> <p>Die Veranstaltung "Porous Materials" betrachtet verschiedene Ansätze zur Charakterisierung und mathematischen Beschreibung poröser Materialien als Systeme aller Aggregatzustände. Neben unterschiedlichen Herstellverfahren werden auch die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten und Einsatzgebiete behandelt. Die Durchführung von Berechnungen zur Bestimmung von Wärme- und Stofftransportmechanismen runden die Veranstaltung ab.</p> <p>Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium</p> <p>Medienformen: Beamer, Overhead-Projektor, Tafelvortrag</p> <hr/> <p>Literatur:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Civan, F., Porous media transport phenomena, John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, 2011 2. Nield, D.A., Bejan, A., Convection in Porous Media, Springer, New York, 2011 3. Stevenson, P. (Ed.), Foam Engineering - fundamentals and engineering, John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, 2012 	<p>4 SWS</p>

<p>Prüfung : Mündlich Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %</p>
--

Modul Process Design <i>Process Design</i>	
Version 2 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald	4 LP / 120 h
Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden kennen im Bereich des Process Designs modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften / des Maschinenbaus und kennen Anwendungsbeispiele zu: <ul style="list-style-type: none"> • Methoden zur Prozessgestaltung anhand industriell relevanter Beispiele kennenlernen, • diese Methoden in aktuellen Problemen unter Berücksichtigung der Randbedingungen von Prozessintegration und -intensivierung identifizieren, • in der Lage sein, sog. „no regret-solutions“, also Prozessgestaltungen, die auf eine optimale Performance statt auf eine optimale apparative Auslegung abzielen, für verschiedene Prozessbeispiele zu entwickeln, • Die Studierenden können entsprechende Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. 	

Lehrveranstaltungen	
Process Design Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Dr. Helmut Mothes Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	3 SWS
Inhalte: Hochtechnologische Werkstoffe, Agrar-Chemikalien und Pharmazeutika sind essentiell, um einer wachsenden Weltbevölkerung Nahrung, Gesundheitsvorsorge und Konsumgüter zur Verfügung zu stellen. Es ist die grundlegende Aufgabe des Prozessdesigns, chemische Prozesse zu entwerfen und auszulegen, welche Rohmaterialien in die o.g. Produkte umwandeln. Der Prozessentwurf wird in späteren Entwicklungsstufen als Grundlage für das Detail Engineering und schlussendlich die Konstruktion der Chemieanlage herangezogen. In der Vergangenheit konnten detaillierte Geschäftspläne die Angebots- und Nachfrageseite, Rohstoff- und Energieversorgung und Konkurrenzsituationen über den gesamten Lebenszyklus eines Produkts verlässlich vorhersagen. Heutzutage wird in einer komplexer werdenden Welt die Fähigkeit, Prozesse flexibel an sich ändernde Randbedingungen anpassen zu können, zu einem wichtigen, zusätzlichen Kriterium. Zu den sich ändernden Randbedingungen gehören beispielsweise unerwartete und plötzliche Änderungen in der Rohstoffversorgung oder der Nachfrage. Das neue, übergeordnete Ziel der Prozessdesigns liegt daher nun in der Entwicklung sog. „no-regret-solutions“, also auf Prozessgestaltungen, die auf eine optimale Performance in diversen Zukunftsszenarien statt auf eine optimale apparative Auslegung abzielen. Im Rahmen der Lehrveranstaltung werden die wesentlichen methodischen Aspekte	

thematisiert, die zur Entwicklung von robusten, ökologisch und ökonomisch nachhaltigen Prozessdesigns führen. Die Vertiefung der gelernten Ansätze erfolgt durch die ausführliche Diskussion verschiedener Beispiele von industrieller Relevanz.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 45 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 75 h Eigenstudium

Medienformen:

Beamer

Literatur:

1. Blass, E.: Entwicklung verfahrenstechnischer Prozesse (1997)
2. Douglas, J.: Conceptual Design of Chemical Processes (1988)
3. Smith, R.: Chemical Process - Design and Integration (2004)
4. Baerns, M. et. al.: Technische Chemie (2013)

Prüfung : Mündlich

Mündlich, Klausur / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Product Lifecycle Management	
<i>Product Lifecycle Management</i>	
Version 2 (seit SS19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Detlef Gerhard	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen die Teilprozesse des Produktlebenszyklus, die Methoden des Product Lifecycle Management (PLM) sowie die Grundkonzepte von PLM Systemen und die Anwendung von PLM. • Die Studierenden kennen im Bereich Product Lifecycle Management den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung und werden mit den wichtigsten Methoden zum Produktdaten und -prozessmanagement im gesamten Produktlebenszyklus vertraut gemacht. • Die Studierenden bekommen die Fähigkeit vermittelt, prozessorientiert zu denken und praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden haben vertiefte, interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. Die Studierenden können Erkenntnisse/ Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. 	

Lehrveranstaltungen	
Product Lifecycle Management Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Detlef Gerhard Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS
Inhalte: Nach der Vermittlung der Grundkonzepte und Prinzipien des Product Lifecycle Managements werden einzelne Modelle und Methoden zur Organisation und Verwaltung von Produktdaten (Teile-, Dokumenten-, Produktstruktur- und -klassifizierungsmanagement) sowie zum Management von Engineering-Prozessen (z.B. Freigabe- und Änderungsprozesse) vorgestellt. Weiterhin werden allgemeine Methoden zur Handhabung von Produktdaten und Benutzerinformationen sowie Methoden des Collaboration Engineerings vermittelt. Zum Schluss wird die Vorgehensweise bei der PLM-Einführung vermittelt.	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	

Prüfung : Klausur Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %
--

Modul Produktkonfektionierung in der Lebensmitteltechnologie und Pharmazie <i>Confectioning of Products for Food and Pharmaceutical Applications</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen wesentliche verfahrenstechnische Prozesse, Apparate und Methoden der Produktkonfektionierung und lernen diese gezielt einzusetzen. • Die Studierenden können die gewonnenen Erkenntnisse auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen und wenden diese durch eine vertiefte Methodenkompetenz situativ angepasst an. • Die Studenten werden in besonderem Maße zu vernetztem, interdisziplinären und kreativen Denken angeregt. 	

Lehrveranstaltungen	
Produktkonfektionierung in Lebensmitteltechnologie und Pharmazie Lehrformen: Vorlesung mit Übung Lehrende: Jun.-Prof. S. Frerich Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS
Inhalte: Ziel der Produktkonfektionierung ist die Erzeugung innovativer Produkte. Hierbei ist die Wissenschaft der Produktkonfektionierung ein extrem vielfältiges Gebiet. Zur Erzeugung innovativer wirtschaftlicher Produkte ist die Kenntnis der gängigen verfahrenstechnischen Grundoperationen sowie der Stoffeigenschaften der verwendeten Substanzen erforderlich. Im Rahmen dieser Veranstaltung wird jedoch auf eine grundlegende Erklärung der verfahrenstechnischen Grundoperationen bewusst verzichtet, da dies Gegenstand zahlreicher anderer Vorlesungen ist. Es werden vielmehr produktorientiert ausgewählte Verfahren aufgezeigt, die zur Konfektionierung einzelner Beispielprodukte genutzt werden können. Hierzu werden Beispiele aus dem Bereich der Lebensmitteltechnologie und Pharmazie vorgestellt. Ziel dieses Vorgehens ist es, den Teilnehmern dieses Kurses einen Einblick in die Möglichkeiten der Produktkonfektionierung zu geben.	
Arbeitsaufwände: - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium	
Medienformen: Beamer, Tafelvortrag	
Literatur: <ol style="list-style-type: none"> 1. Heiss, Rudolf: Lebensmitteltechnologie. Biotechnologische, chemische, mechanische und thermische Verfahren der Lebensmittelverarbeitung, Springer Verlag, 1996 2. Kessler, Heinz-Gerhard: Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik, Molkereitechnologie, Verlag A. Kessler, 1996 	

3. Stieß, M.: Mechanische Verfahrenstechnik I, II, Springer Verlag, Berlin, 1997	
--	--

Prüfung : Produktkonfektionierung in der Lebensmitteltechnologie und Pharmazie

Seminar , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Schriftlicher Seminarbeitrag und Präsentation

Modul Prozess- und Mischphasenthermodynamik	
<i>Thermodynamics of Processes and Mixtures</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. R. Span	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können energie- und verfahrenstechnische Prozesse energetisch und exergetisch analysieren und optimieren. • Die Studierenden können die Werkzeuge der thermodynamischen Analyse auch auf komplexe technische Prozesse anwenden. • Die Studierenden kennen energie- und verfahrenstechnisch relevante Charakteristika von Gemischen. • Die Studierenden kennen Modelle zur Berechnung verschiedener Stoffdaten von Reinstoffen und Gemischen. • Die Studierenden können Modelle zur Stoffdatenberechnung anwenden, vergleichen und beurteilen. 	

Lehrveranstaltungen	
Prozess- und Mischphasenthermodynamik Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. R. Span, Dr.-Ing. B. Weidner Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> • Exergetische Betrachtung von Prozessen der Kälte- und Wärmetechnik • Exergetische Betrachtung von Wärmekraftprozessen • Pinch-Punkt, Wärmekaskade und Gitternetztechniken zur Optimierung von Wärmeübertragernetzwerken • 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 	
Arbeitsaufwände: - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium	
Literatur: 1. Skript	

- | | |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none">2. Prausnitz et al.: Molecular Thermodynamics of Fluid-Phase-Equilibria. Prentice-Hall, 19863. Stephan und Mayinger: Thermodynamik Bd. 2, Mehrstoffsysteme und chemische Reaktionen. Springer, 19884. Pfennig: Thermodynamik der Gemische, Springer, 2004 | |
|---|--|

Prüfung : Klausur

Klausur / 180 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Prozess- und Umweltmesstechnik <i>Process and Environmental Measuring Technique</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. R. Span	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden	
<ul style="list-style-type: none"> • kennen grundlegende Verfahren und unterschiedliche Vorgehensweisen der Labormesstechnik und der Prozessmesstechnik, die besonderen Anforderungen der Umweltmesstechnik, die Grundlagen der instrumentellen Analytik, der Partikelmessung und der Prozessabbildung im Labormaßstab. • erlangen einen Überblick über das weite Feld vorhandener Messtechniken und sind in der Lage Unsicherheitseinflüsse in Messgeräten und –techniken zu identifizieren. • besitzen Fähigkeiten Messtechniken in Kombination mit den jeweiligen Anwendungsgebieten zu analysieren. 	

Lehrveranstaltungen	
Prozess- und Umweltmesstechnik Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. Hans Wilhelm Lösch Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte:	
<p>Das Fach „Prozess- und Umweltmesstechnik“ gibt eine Übersicht über die grundlegenden Methoden der P&UMT sowohl im Hinblick auf den Produktionsprozess selbst, das produktionsnahe und das wissenschaftliche Labor sowie die mobile Messtechnik vor Ort. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der instrumentellen Analytik, der Messung physikalischer Stoffeigenschaften, der Sorptions- und Partikelmessung und der Prozessabbildung im Labormaßstab. Außerdem werden die verschiedenen Betrachtungsweisen bei der Beurteilung von Messergebnissen behandelt. Eingegangen wird dabei unter anderem auf die Massenspektrometrie, Infrarotspektroskopie, Gas- und Flüssigkeitschromatographie, Dichte-, Schallgeschwindigkeits-, Wärmeleitfähigkeits- und Viskositätsmessung, elektrochemische Messverfahren, Thermische Analyse, Sorptionsmesstechnik, Messmethoden für Partikelgröße, -form und porosität, überkritische Extraktion, PSA und TSA</p>	
Arbeitsaufwände:	
- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	

Prüfung : Mündlich Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

<p>Modul Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik <i>Processes in Mechanical Process Engineering</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. M. Petermann</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich der Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik. • Die Studierenden kennen im Bereich der Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung. • Die Studierenden kennen im Bereich der Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik modernste Methoden und Verfahren und kennen Anwendungsbeispiele dieser Prozesse. • Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in Prozessen der Mechanischen Verfahrenstechnik mit geeigneten Methoden lösen. • Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik auszuwählen und anzuwenden. • Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken und üben dies an aktuellen Trennprozessen der Mechanischen Verfahrenstechnik ein. • Die Studierenden können komplexe Problemstellungen in der Anwendung der Mechanischen Verfahrenstechnik 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 aus den vorgestellten Prozessen der Mechanischen Verfahrenstechnik auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. M. Petermann Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p>Inhalte: Die Vorlesung Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik vermittelt wichtige Verfahren der Schüttguttechnik. Dazu zählen die Partikelabscheidung aus Gasen, die z.B. zur Entstaubung von Abgasen eingesetzt wird 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</p>	

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.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Medienformen:

PowerPoint und Tafelvortrag

Literatur:

1. Stieß, M.: Mechanische Verfahrenstechnik II, Springer Verlag, Berlin, 1997
2. Grassmann, P.: Physikalische Grundlagen der Verfahrenstechnik, Salle und Sauerländer Verlag, Aarau, 1983
3. Schubert H.: Handbuch der Mechanischen Verfahrenstechnik, Wiley VCH, 2003

Prüfung : Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Klausur besteht aus Kurzfragen zu den Vorlesungsinhalten und Rechenaufgaben

Modul Prozesse der Verbrennungsmotoren*Thermodynamical Processes and Charge Control of Reciprocating Internal Combustion Engines*

Version 1 (seit SS15)

Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Eifler

6 LP / 180 h

Lernziele/Kompetenzen:

Konventionelle Otto- und Dieselmotoren werden noch über Jahrzehnte die wesentlichen Antriebsaggregate für Straßenfahrzeuge darstellen. Das Modul baut auf den in den beiden Bachelormodulen „Energie- und Verfahrenstechnik und Konstruktions- und Automatisierungstechnik“ erworbenen Basiswissenstand im Bereich der Kolbenmaschinen und Kfz-Motoren auf und vertieft die Themen der Thermodynamik und Kreisprozesse, die Gemischbildungsvorgänge, den Wärmedurchgang und die energie- und schadstoffrelevanten Vorgänge bei Otto- und Dieselmotoren. Das Modul stellt für alle Masterstudenten des Studienschwerpunkts Kfz-Antriebstechnik die grundlegende Mastervorlesung hinsichtlich der Motorverfahrenstechnik dar.

Die Studierenden erwerben das vertiefte Wissen über die Methoden und Verfahren bei der Energiewandlung in Verbrennungskraftmaschinen, von der im Kraftstoff chemisch gebundenen Energie bis hin zur Abgabe der mechanischen (Nutz-)Energie an der Kupplung. Dabei werden die Unterschiede im Prozess zwischen Otto- und Dieselmotoren im Detail erläutert und die zum aktuellen Zeitpunkt vorhandenen Entwicklungsschwerpunkte in der Brennprozessoptimierung und Emissionierung herausgearbeitet. Die Vorlesung ist anwendungsorientiert aufgebaut und stellt stets den Bezug zu aktuellen Problempunkten (der globalen CO₂-Reduzierung, der Ressourcenverfügbarkeit und der Umweltverschmutzung durch mobile technische Anlagen) heraus.

In der Übung werden vertiefend Kreisprozessrechnungen (Momente und Wirkungsgrade) durchgeführt. Aus den Berechnungen ergeben sich grundlegende Hinweise zur konstruktiven Auslegung der Maschinen und der thermodynamischen Prozessführung. Es werden weiter Berechnungen zur Auslegung der allgemeinen motortechnischen Kenngrößen und Gesamtprozessanalysen durchgeführt. Repetitoriumsfragen zum Vorlesungsstoff sichern den Lernerfolg und vertiefen das Verständnis für die Thematik.

Kenntnisse: Die Studierenden kennen die vertieften Ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen im Bereich der Fahrzeugantriebstechnik und exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung auf diesem Gebiet. Sie kennen hierbei modernste Methoden und Verfahren der Fahrzeug-Powertrain-Ingenieurwissenschaften und kennen Anwendungsbeispiele.

<p>Fertigkeiten: Die Studierenden verfügen über die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken. Sie praktizieren erste Ansätze wissenschaftlichen Lernens und Denkens, können ingenieurtechnische Probleme modellieren und lösen. Mit geeigneten Methoden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) gelöst werden.</p> <p>Kompetenzen: Die Studierenden verfügen in Bezug zur Kfz-Antriebstechnik über fachübergreifende Methodenkompetenz. Sie können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete maschinenbauliche / ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen übertragen und haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</p> <p>Die Veranstaltung vermittelt: Fachkompetenz 50%, Methodenkompetenz 30%, Systemkompetenz 15%, Sozialkompetenz 5%.</p> <hr/> <p>Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse in allgemeiner Motorentchnik, technischer Mechanik, Thermodynamik, Chemie, Strömungsmechanik</p>	
--	--

Lehrveranstaltungen	
<p>Prozesse der Verbrennungsmotoren Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Eifler Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester</p> <hr/> <p>Inhalte: Systematik der Verbrennungsmotoren bzw. Aufbau und mechanische Grundlagen von Hubkolbenmotoren; energietechnische Grundlagen; einfache offene und geschlossene Kreisprozesse; Kraftstoffe mit Stöchiometrie und Heizwertberechnung; Prozessanalyse des realen Motors; Wärmedurchgang im Zylinder; Realer Motor, Kennfelder, Wirkungsgradketten; Ladungswechsel; Gemischbildung, Verbrennung, Reaktionskinetik und innermotorische Emissionsausbildung; Zündvorgänge, Verbrennung und innermotorische Emissionsbildung, alternative Brennverfahren</p> <p>Inhalte der Übung: Aufgabenstellungen zur allgemeinen Auslegung von Otto- und Dieselmotoren (Drehmoment, Leistung, Ladungswechsel, Wirkungsgrad); Einfache Kreisprozessberechnungen; Berechnung des Wandwärmeübergangs und der Kühlung; Umfangreicher Fragenkatalog als Repetitorium des Vorlesungsstoffes zur Vertiefung und Festigung des erlernten Basiswissens</p> <p>Arbeitsaufwände: - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium</p> <p>Medienformen:</p>	<p>4 SWS</p>

Powerpoint-Folien, Vorlesungspodcasts, Animationen, Videos und reale Bauteile. Alle Informationen und umfangreiche Zusatzliteratur im Blackboard-System der RUB.

Literatur:

1. Pischinger R., Klell M. , Sams, T. - Thermodynamik der Verbrennungskraftmaschine - dritte Auflage - Springer 2009
2. Schmidt, F.A.F. – Verbrennungskraftmaschinen -Vierte Auflage - Springer 1967
3. Heywood, John B – Internal Combustion Engine Fundamentals – McGraw-Hill 1988
4. Eifler.W., Schlücker. E., Spicher. U., Will. G. - Küttner Kolbenmaschinen - Vieweg 2009
5. Stan, Cornel - Thermodynamik des Kraftfahrzeugs, Springer 2003
6. Merker, Günter, Schwarz, Christian - Grundlagen Verbrennungsmotoren - 4. Auflage 2009 - Vieweg - Praxis
7. Eichseder, H. ; Klüting, M.; Piock, W. : Grundlagen und Technologien des Ottomotors, Springer - der Fahrzeugantrieb , 2008
8. Warnatz, J. , Maas, U. , Dibble, R.W. – Combustion - 4. Auflage 2006 - Springer
9. Stiesch, G. - Modelling Engine Spray and Combustion Process - 1. Auflage 2003 - Springer
10. Gerlinger, P. – Numerische Verbrennungssimulation – Springer – 2005
11. Joos, Franz - Technische Verbrennung - Springer 2006

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Prüfungsvorleistungen :

Teilnahme an den Vorlesungen und Übungen

<p>Modul Prozessführung und Optimalsteuerung <i>Process and Optimal Control</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Martin Mönnigmann</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kernaspekt ist es, den Studierenden im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Regelungstechnik/der Ingenieurwissenschaften sowie Anwendungsbeispiele zu vermitteln. • Weiterhin wird exemplarisch im Bereich des Studienschwerpunkts der Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung aufgezeigt. • Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden. • Sie praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken, so dass Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen werden können. • Ein wichtiger Aspekt ist, dass die Studierenden vertiefte auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erwerben und diese situativ angepasst anwenden können. So werden auch komplexe regelungstechnische/mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden gelöst. • Die Studierenden lernen so vertiefte, ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts kennen. • Die Studierenden können als Nebeneffekt komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen. 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Prozessführung und Optimalsteuerung Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Martin Mönnigmann Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p>Inhalte: 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:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 Aufgabe 	

- Explizite modellprädiktive Regelung, Zusammenhang zum Riccati-Regler
- Methoden zur Analyse nichtlinearer dynamischer Systeme (Phasenportraits, 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

Arbeitsaufwände:

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium
- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium

Prüfung : Klausur

Klausur / 180 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

<p>Modul Prozesssimulation energietechnischer Anlagen <i>Process Simulation of Energy Plants</i></p>	
<p>Version 2 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. R. Span</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können 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. • Die Studierenden können Leistung und Effizienz von energietechnischen Anlagen beurteilen und Einflussgrößen identifizieren. • Die Studierenden können das Betriebsverhalten von realen oder hypothetischen energietechnischen Anlagen analysieren und bewerten. • Die Studierenden können die Bedeutung anlagenspezifischer Parameter anhand von Parameterstudien beurteilen. • Die Studierenden kennen mathematische und thermodynamische Grundlagen von Simulationsprogrammen. • Die Studierenden können anspruchsvolle Simulationsprogramme anwenden und auf ihre Leistungsfähigkeit hin beurteilen (Vor- und Nachteile, Möglichkeiten und Grenzen). 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Prozesssimulation energietechnischer Anlagen Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. R. Span Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p>Inhalte: 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) 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</p>	

Prozessparametern (Prozessleittechnik, Validierung der Messwerte, überbestimmte Systeme) diskutiert.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Bei Teilnehmerzahl kleiner 10 kann der Prüfer statt einer Klausur eine mündliche Prüfung anbieten.

Modul Prozesstechnik <i>Process Engineering</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen im Bereich der Prozesstechnik exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung. Sie haben die Fähigkeit Methoden zur Produkt- und Prozessgestaltung zu erkennen und auszuwählen. • Die Studierenden praktizieren dabei wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden können ihre Erkenntnisse und Fertigkeiten auf konkrete und neue prozesstechnische Problemstellungen übertragen und kritisch bewerten bzw. diskutieren. 	

Lehrveranstaltungen	
Prozesstechnik Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. Julia Riese Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte: Aufbauend auf den Vorlesungen „Grundlagen der Verfahrenstechnik“ und „Reaktions- und Trennapparate“ befasst sich die Vorlesung „Prozesstechnik“ mit den Prinzipien der Verfahrens- und Prozessentwicklung. Dazu wird auf die grundsätzlichen Methoden der Prozessentwicklung eingegangen, die Anhand von Entwicklungsstufen, wie Prozessauswahl auf Basis der thermophysikalischen Stoffdaten, Umwelt- und Sicherheitsdaten, Experimenten in Labor und Technikum und Heuristiken der Prozess-Synthese, verdeutlicht werden. In der zweiten Semesterhälfte werden den Studierenden anhand einzelner ausgesuchter Beispiele zu Herstellverfahren chemischer Zwischen- und/oder Endprodukte die im ersten Teil der Vorlesung erlernten Methoden/Heuristiken zur Prozessentwicklung verdeutlicht. Dabei sollen die charakteristischen Merkmale der Syntheseroute und prozesstechnischen Auslegung, sowie die Besonderheiten der ausgewählten Beispiele erarbeitet und herausgestellt werden. Unterstützend werden hierzu computergestützte Übungen mit einem Prozesssimulationstool (z. Z. AspenPlus) angeboten. Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	

Prüfung : Klausur Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %
--

Modul Reaktortheorie <i>Reactor Physics</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marco K. Koch	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen:	
Die Studierenden kennen:	
<ul style="list-style-type: none"> • die wesentlichen Aspekte der Kerntechnik und die physikalischen Grundlagen, • exemplarisch den Stand moderner Forschung, • modernste Methoden und Verfahren, Fachvokabular und Anwendungsbeispiele. 	
Ferner können die Studierenden	
<ul style="list-style-type: none"> • 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	
<ul style="list-style-type: none"> • 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.	

Lehrveranstaltungen	
Reaktortheorie	4 SWS
Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)	
Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Marco K. Koch	
Sprache: Deutsch	
Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	
Inhalte:	
<p>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.</p>	
Arbeitsaufwände:	
- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium	

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Medienformen:

Power-Point Präsentation, Tafel

Prüfung : Klausur

Klausur / 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Regenerative Energien <i>Renewable Energies</i>	
Version 2 (seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch	6 LP / 180 h
<p>Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden kennen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • die wesentlichen Aspekte zur Stromerzeugung durch solarthermische Photovoltaikanlagen und Windenergiekonverter, • exemplarisch den Stand moderner Forschung, • modernste Methoden und Verfahren, Fachvokabular und Anwendungsbeispiele. <p>Ferner können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Die Studierenden haben</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</p>	

Lehrveranstaltungen	
<p>Regenerative Energien Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	4 SWS
<p>Inhalte: Stromerzeugung durch solarthermische Photovoltaikanlagen und Windenergiekonverter. Im Einzelnen: Derzeitige Struktur der Stromerzeugung und Anforderungen aus Sicht der elektrischen Energieversorgung, Energieangebot (Solar, Wind), Funktion und Bauvarianten von solarthermischen Kraftwerken, Windenergiekonvertern und photovoltaischen Energiewandlern sowie ihre Auslegung, Anbindung an das elektrische Netz, Kosten und Einspeisevergütung, erneuerbare Energie unter Umweltaspekten. Die begleitende Übung vertieft den Stoff durch Rechenaufgaben.</p> <p>Arbeitsaufwände: - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium</p>	

Medienformen:

Power-Point-Präsentation, Smartboard

Literatur:

1. Sonne, Wind & Wärme – Zeitschrift für alle regenerativen Energiequellen erscheint 12 x im Jahr, BVA-Bielefelder Verlags GmbH www.bva-bielefeld.de
2. WINKRA-Projekt GmbH Windkraftanlagen Markt, Typen, Technik, Preise erscheint jährlich, Sun-Media-Verlags-GmbH, Hannover (ca 25 €)
3. R. Gasch: Windkraftanlagen – Grundlagen, Entwurf, Planung und Betrieb Verlag G. Teubner, Stuttgart, 2007
4. E. Hau: Windkraftanlagen, Grundlagen, Technik, Einsatz, Wirtschaftlichkeit, Springer Verlag, Heidelberg Januar 2008, ISBN 3-540-42827-5 (ca. 180 €)
5. S. Heier: Nutzung der Windenergie, BINE-Informationspaket TÜV-Verlag, Köln, 2000 (ca. 15 €)
6. S. Heier: Windkraftanlagen – Systemauslegung, Integration und Regelung, 5. Auflage, Vieweg+Teuber Verlag, Wiesbaden, 2009, ISBN 978-3-8351-0142-5 (ca. 40 €)
7. M. Kaltschmitt, A. Wiese, W. Streicher: Erneuerbare Energien – Systemtechnik – Wirtschaftlichkeit – Umweltaspekte, 3. Auflage 2003, Springer Verlag, Heidelberg, ISBN 3-5404-3600-6
8. M. Kleemann und M. Meli: Regenerative Energiequellen , 2. Auflage, Springer-Verlag, Heidelberg, 1993 (Restexemplare)
9. M. Meli: Regenerative Energiequellen, Praktikum, Springer Verlag, Heidelberg, 1997 (ca. 25 €)
10. M. Mohr, P. Svoboda, H. Unger: Praxis solarthermischer Kraftwerke, Springer Verlag, Heidelberg, 1999 (ca. 40 €)
11. J.-P. Molly: Windenergie – Theorie, Anwendung und Messung, C.F. Müller, Heidelberg, 2000
12. Volker Quaschnig: Regenerative Energiesysteme – Technologie – Berechnung – Simulation, Carl Hanser Verlag, 6. Auflage, München, 2009
13. Ulrich Wagner: Nutzung regenerativer Energien, Schriftenreihe, 10. Auflage, E&M Energie & Management Verlag, München, 2009,ISBN 978-3-9805179-3-5 (ca. 40 €)
14. H. Watter: Nachhaltige Energiesysteme, Grundlagen, Systemtechnik und Anwendungsbeispiele aus der Praxis, Kapitel 4, Windenergie, S44. -69, Kapitel 11, Solare Kraftwerke, S. 233 - 242, Vieweg+TeubnerVerlag, Wiesbaden, 1. Auflage 2009, ISBN 978-3-8348-0742-7
15. H.-J. Wagner und J. Mathur: Introduction to Wind Energy Systems - Basics, Technology and Operation, 2. Auflage, Springer Verlag, Heidelberg, 2013, ISBN 978-3-642-032975-3 (ca. 100 €)
16. V. Quaschnig: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, Carl Hanser Verlag, München, 3. Auflage, 2013, ISBN 978-3-446-43809-5 (ca. 25 €)

Prüfung : Klausur

Klausur / 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Schadensanalyse <i>Failure Analysis</i>	
Version 2 (seit SS17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Michael Pohl	4 LP / 120 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden wenden vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich der Werkstoffprüfung und Werkstofftechnik an um das Versagen infolge mechanischer, thermischer, korrosiver und tribologischer Einflüsse zu verstehen. • Die Fähigkeit von vernetztem und kritischem Denken wird bei der Unterscheidung von herstellungs- und beanspruchungsbedingten Bauteilschäden ausgebaut. • Bei der Bearbeitung von konkreten Schadensbeispielen praktizieren die Studierenden wissenschaftliches Denken zum Nachweis der schadensursächlichen Versagensmechanismen und lernen die Erkenntnisse/ Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen zu übertragen. • Sie sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren der systematischen Schadensanalyse auszuwählen und anzuwenden. • Des Weiteren werden Abhilfemaßnahmen für die behandelten Problematiken vermittelt. 	

Lehrveranstaltungen	
Schadensanalyse Lehrformen: Vorlesung mit Übung Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Michael Pohl Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	3 SWS
Inhalte: Einordnung der Schadensanalyse in das technische, wirtschaftliche und juristische Umfeld. Das defekte Bauteil als Datenträger über den Werkstoff, seinen individuellen Zustand und über die Einflüsse, die zu seinem Versagen geführt haben. Unterscheidungskriterien bei der Einordnung von herstellungs- und beanspruchungsbedingten Bauteilschäden. Bearbeitung von konkreten Schadensfällen infolge mechanischer, thermischer, korrosiver und tribologischer Einflüsse. Ist-/Soll- Vergleich. Abhilfemaßnahmen und Wirksamkeitskontrolle.	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 90 h Eigenstudium	

Prüfung : Mündlich Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 % Beschreibung : Untersuchung von Schadensfällen

Modul Service Engineering	
<i>Service Engineering</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Jens Pöppelbuß	6 LP / 180 h
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen im Bereich der Product-Service Systems und dem Service Engineering exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung, Anwendungsbeispiele und das entsprechende Fachvokabular. • Die Studierenden können die gewonnen Erkenntnisse und Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen innerhalb des Service Engineering übertragen. • Die Studierenden kennen Grundlagen angrenzender, für den Maschinenbau relevanter Ingenieurwissenschaften und relevante ökonomische und organisatorische Aspekte. • Die Studierenden haben einen Überblick über die Zusammenhänge zwischen den Fächern des Maschinenbaus und über Anknüpfungspunkte zum Fachwissen der vertriebsorientierten Disziplinen aus den Bereichen Wirtschaftswissenschaft, Psychologie und Jura. <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren. • 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. • Die Studierenden besitzen umfassende und fundierte Kenntnisse im Bereich des Vertriebswesens und des Produktmanagements. • Die Studierenden verfügen über eine vertiefte Kompetenz, um die Schnittstellenkommunikation zwischen Forschung & Entwicklung, Produktion und Kunde zu analysieren, durchzuführen und zu verbessern. • Die Studierenden sind in der Lage, in Projektteams zu arbeiten und komplexe Projekte zu analysieren, zu planen, zu strukturieren und durchzuführen 	

Lehrveranstaltungen	
<p>Service Engineering Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr. Jens Pöppelbuß, Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	4 SWS
Inhalte:	

Industrielle Dienstleistungen dienen der langfristigen Differenzierung von Wettbewerbern, der Steigerung von Gewinnmargen und der Erhöhung der Kundenbindung. Damit sind sie für Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus zum unverzichtbaren Wettbewerbsvorteil avanciert. Über die Wachstumsempfehlung in Form von industriellen Dienstleistungen hinaus sind jedoch Product-Service Systems (PSS) die wahre Vision einer seit Ende der 1990er Jahre stetig wachsenden internationalen Forschungsgemeinschaft. Auf der Basis neuartiger Geschäftsmodelle adressieren diese innovativen Leistungsbündel den Verkauf von Nutzen und stellen damit das Offerieren reiner Produkte oder einzelner Dienstleistungen in den Hintergrund. In der Vorlesung Service Engineering werden dementsprechend die folgenden Inhalte adressiert: grundlegende Definitionen, Motivationen und Trends aus den Bereichen PSS und Service Engineering, die Entwicklung, Modellierung und Simulation von Geschäftsmodellen, erforderliche Fähigkeiten, Methoden und Werkzeuge für den Wandel vom Technologieanbieter hin zum Anbieter von industriellen Dienstleistungen und PSS sowie Grundlagen zum Thema Lean Thinking im Kontext von industriellen Dienstleistungen und PSS.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Prüfung : Service Engineering

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

<p>Modul Simulation der Strömung in Turbomaschinen <i>Computer Simulation of Flow in Turbomachines</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Francesca di Mare</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen numerische Verfahren aus dem Bereich der Turbomaschinen. • Sie kennen exemplarisch den Stand moderner Forschung, Anwendungsbeispiele und Fachvokabular. <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen modernste Methoden und Verfahren. • Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen. • 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • 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. 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Simulation der Strömung in Turbomaschinen Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. David Engelmann Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p>Inhalte: Im Rahmen dieser Vorlesung werden ausgewählte numerische Verfahren auf anwendungsorientierte Probleme aus dem Bereich der Turbomaschinen abgeleitet und an Beispielen erläutert. Eingangs werden die grundlegenden strömungsmechanischen und thermodynamischen Beziehungen zusammengestellt und auf die Turbomaschinenströmung zugeschnitten. Als einfache Verfahren zur Auslegung von Turbomaschinen behandelt die Vorlesung Stromlinienkrümmungs- und Stromflächenverfahren. Zur Berechnung der 3D-Strömung werden auf der Basis des Finite-Volumen-Verfahrens grundlegende Lösungsmethoden vermittelt. Gegenstand ist dabei sowohl die stationäre als auch die instationäre Turbomaschinenströmung. Die Erfassung der Turbulenz erfolgt über Turbulenzmodelle, deren Funktionsweise erläutert wird.</p>	

Die Lehrveranstaltung geht darüber hinaus auf weiterführende Fragestellungen, wie z.B. die Wechselwirkung zwischen Lauf- und Leitradströmung oder die Fluid-Struktur-Interaktion ein.

Eigene Beispiel-Programme veranschaulichen die prinzipielle Vorgehensweise. Die Demonstration eines kommerziellen Simulationsprogramms zeigt allgemein den Einsatz und die verschiedenen Lösungsmöglichkeiten auf.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

<p>Modul Simulationstechnik in der Produktherstellung <i>Simulation of Production Systems</i></p>	
<p>Version 2 (seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen für die simulationstechnische Betrachtung diverser Problemstellungen im Kontext der Produktherstellung. • Die Studierenden kennen exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung im Bereich der Simulationstechnik und kennen unterschiedliche Simulationstechnologien und -werkzeuge. • Die Studierenden kennen modernste Methoden und Verfahren der Simulation im Kontext der Produktherstellung sowie deren Anwendungsbereiche und -beispiele. • Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut, kennen Stärken sowie Schwächen von Simulationen und sind in der Lage, eine Simulationsstudie mit entsprechenden Simulationstools durchzuführen. • Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden können komplexe Problemstellungen abstrahieren und 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. 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Simulationstechnik in der Produktherstellung Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. Christopher Prinz Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester</p>	<p>4 SWS 6 LP / 180 h</p>
<p>Inhalte: In der Veranstaltung wird zunächst erläutert, warum die Simulation eine Schlüsseltechnologie für die Zukunft ist. Viele Anwendungsbeispiele zeigen die heutigen Einsatzmöglichkeiten auf, gleichzeitig werden aber auch die Grenzen und Probleme verdeutlicht. In einem weiteren Kapitel werden die Bausteine der Digitalen Fabrik behandelt. Nach der Vorstellung der unterschiedlichen Simulationstechnologien und der Charakterisierung am Markt verfügbarer Simulatoren wird ausführlich das Vorgehen bei einer Simulationsstudie betrachtet. Dabei werden die Felder Problemdefinition, Datenerhebung, Modellbildung, -implementierung, -verifizierung und -validierung schwerpunktmäßig besprochen. Im Kapitel Prozessmanagement geht es um die Optimierung von Geschäftsprozessen mit Hilfe der Simulation. Weitere Inhalte bilden die Themen Agentensteuerung sowie Optimierungsstrategien. Ein weiterer Schwerpunkt ist</p>	

das Thema Virtuelle Inbetriebnahme. Abgerundet wird das Vorlesungsangebot durch industriennahe Gastvorträge, die direkte Einblicke in die praktische Anwendung von Simulationswerkzeugen bieten.

In mehreren Übungen im Simulationslabor können die Studierenden mit den am Lehrstuhl vorhandenen Simulationstools in den Bereichen Materialfluss, Logistik, Prozesse, Workplace, Human, Geschäftsprozesse und Robotik sowie im Bereich der Virtuellen Inbetriebnahme umfangreiche Erfahrungen sammeln.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Beschreibung :

Optional wird eine vorlesungsbegleitende Projektarbeit angeboten, mit der Bonuspunkte i.H.v. 10% für die Klausur erworben werden können

Modul Solidification Processing	
<i>Solidification Processing</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. I. Steinbach	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Students will gain knowledge about different casting technologies, their application and specific characteristics. • This includes the causes of casting defects and strategies to avoid defects. • Furthermore, the Relationship of casting microstructure and process conditions will be discussed and principles of alloy thermodynamics and solidification will be introduced. 	

Lehrveranstaltungen	
Solidification Processing Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr. I. Steinbach Sprache: Englisch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte: <ul style="list-style-type: none"> · History of metal casing, field of application and economic importance · Shape-, pressure die-, continuous-, precision casting · Directional solidification, rapid solidification, rheo- and tixo casing · Mold material, molding and recycling · Mold filling and heat transfer (radiation and conduction) · Simulation of mold filling, solidification and casting microstructure <p>During the exercises practical casing and microstructure analysis is demonstrated in the laboratory and during excursions to different foundries specialized on different casting techniques. The use of commercial software products for casting- and microstructure evolution simulation is demonstrated and trained on the computer.</p>	
Arbeitsaufwände: <ul style="list-style-type: none"> - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium 	
Literatur: Kurz W: Fisher D. "Fundamentals of Solidification", Trans Tech Publications Stephanescu D. "Science and Engineering of Casting Solidification", Springer	

Prüfung : Mündlich Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 % Beschreibung : Bei einer Teilnehmerzahl größer 10 kann eine schriftliche Prüfung durchgeführt werden.
--

Modul Strategische kundenorientierte Führung eines Technologieunternehmens <i>Strategic customer-oriented management of a technology company</i>	
Version 1 (seit WS18/19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. phil. Joachim Zülch	5 LP / 150 h
<hr/> <p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>Lernziele:</p> <p>Die Studierenden kennen elementare Werkzeuge zur strategischen Führung eines Unternehmens und können diese situationsbezogen bewerten und einsetzen. Die Studierenden kennen Grundlagen angrenzender, für den Maschinenbau relevanter Ingenieurwissenschaften und relevante ökonomische und organisatorische Aspekte.</p> <p>Die im Bachelorstudium erworbenen Grundkenntnisse in Marketing, Vertrieb und Produktmanagement sind in realer Unternehmensumgebung im Rahmen von praktischen Strategie- und Planungsprozessen vertieft worden und können sicher an konkrete Situationen angepasst und angewendet werden.</p> <p>Die Studierenden kennen die Bedeutung individueller Managementkompetenzen und ausgeprägter Sozialkompetenzen. Sie haben die eigenen Fähigkeiten und Fertigkeiten in einem realen und komplexen Wirtschaftsumfeld trainiert und unmittelbar erlebt. Sie können effizient aus Konzepten Strategien ableiten und diese im Rahmen von Management Reviews umsetzungsorientiert kommunizieren.</p> <p>Kompetenzen:</p> <p>Die Führung von Unternehmen erfordert die ganzheitliche und vernetzte Anwendung spezifischer Methodenkompetenzen. Die erfolgreiche Umsetzung der formulierten Strategien wird dabei zum zentralen und essentiellen Faktor. Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</p> <p>Bei der Teamarbeit innerhalb von Projektgruppen werden eigene Stärken und Schwächen im Bereich methodischer und sozialer Kompetenzen identifiziert. Dies ermöglicht den Studierenden entsprechend den persönlichen beruflichen Zielsetzungen eine gezielte Förderung der eigenen Stärken, bzw. den sinnvollen Umgang mit den erkannten Schwächen.</p> <p>Technische Grundkenntnisse der Klebtechnik werden durch die Kooperation mit Henkel/ Loctite gelehrt und erworben. Sie dienen als Technologiebasis für die konzeptionelle Arbeit im Rahmen des Moduls und sind Tätigkeitsschwerpunkt des Modul-Unternehmens.</p> <hr/> <p>Empfohlene Vorkenntnisse:</p> <p>Die Teilnehmer sollten eine hohe Affinität zur verantwortungsvollen und kundenorientierten Führung eines Wirtschaftsunternehmens besitzen. Sie müssen für das Modul solide Grundkenntnisse aus den Bereichen Industriegütermarketing, Vertrieb und Produktmanagement haben.</p>	

Lehrveranstaltungen	
<p>Strategische kundenorientierte Führung eines Technologieunternehmens Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Dipl.-Ing. Thomas Conrad Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p> <hr/> <p>Inhalte: Für Studierende, die ihre persönliche berufliche Entwicklung in verantwortlicher Position sehen, bietet das Modul eine exzellente, aber auch herausfordernd anspruchsvolle Lernumgebung.</p> <p>Die Veranstaltung „lebt“ in einem realen Technologieunternehmen der Klebstofftechnik mit konkret vorgegebenen Wachstumszielen. Die Studierenden werden Lösungsansätze für die komplexen unternehmerischen Zielvorgaben im Rahmen von kleinen Projektteams erarbeiten. Die Formulierung der Umsetzungskonzepte erfolgt dabei unter permanenter Berücksichtigung wirtschaftlicher Grundsätze und zeitlicher Realisierungsvorgaben im naturgemäß stets interdisziplinären realen Unternehmensumfeld. Die einzelnen Projektteams arbeiten dabei eng kooperierend miteinander.</p> <p>Die bewusst komplexen Aufgabenstellungen ermöglichen die pragmatische Vertiefung und unmittelbare Anwendung der erworbenen Methodenkompetenzen und zwingen die Studierenden, sich an typische, im beruflichen Alltag auftretende Situationen und Zielsetzungen zu orientieren.</p> <p>Unter anderem werden folgende Themen vertieft und angewandt:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Produktstrategie - Portfolioentscheidung - Marketing- und Vertriebsstrategie - Businessplan - Strategieumsetzung und - Controlling <p>Arbeitsaufwände:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 100 h Eigenstudium - Präsenzzeit: 50 h Präsenzstudium 	<p>4 SWS</p>
<p>Prüfung : Mündlich Mündlich , Anteil der Modulnote : 100 % Beschreibung : Portfolioprüfung: Gruppenpräsentation (40%) und individueller Bericht als Management Review mit kurzem Reflexionsteil (60%)</p>	

Modul Strategisches Management und Unternehmensführung <i>Strategic and Business Management</i>	
Version 1 (seit WS19/20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. M. Petermann	5 LP / 150 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen Grundlagen angrenzender, für den Maschinenbau relevanter Ingenieurwissenschaften und organisatorische Aspekte. • Sie haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden. • Ferner verfügen die Studierenden über fachübergreifende Methodenkompetenz 	

Lehrveranstaltungen	
Strategisches Management und Unternehmensführung Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. Gunnar Brandin Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte: Übersicht der Managementaufgaben in Unternehmen, Maßnahmen und Aktivitäten zur Motivation und Kommunikation in Unternehmen. Ablauf und Instrumente des strategischen Managements bzw. der strategischen Unternehmensplanung, Grundlagen der Mitarbeiterführung (u.a. in Veränderungsprozessen).	
Arbeitsaufwände: - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 110 h Eigenstudium - Präsenzzeit: 40 h Präsenzstudium	

Prüfung : Klausur Klausur / 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

<p>Modul Surface Science and Corrosion <i>Surface Science and Corrosion</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen: Ziel der Vorlesung ist es, das für das volkswirtschaftlich und sicherheitstechnisch relevante Gebiet der Korrosion und der Vermeidung von Korrosionsschäden notwendige Grundlagenwissen zu vermitteln.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 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 werden auf der Basis von Grundlagen der Korrosion in die Lage versetzt, Korrosionsvorgänge an Werkstoffen durch den Angriff unterschiedlicher Medien zu verstehen bzw. Maßnahmen zum Schutz zu ergreifen. Sie haben Kenntnisse über die Anwendung spezifischer Prüfverfahren zur Vorhersage des Werkstoffverhaltens unter realen korrosiven Bedingungen. • 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. 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Surface Science and Corrosion Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr. rer. nat. M. Stratmann, Dr. rer. nat. Michael Rohwerder Sprache: Englisch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p>Inhalte: Gegenstand der Vorlesung ist daher das Verhalten von Werkstoffen in Gegenwart flüssiger aggressiver Medien oder heißer korrosiver Gase. 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</p>	

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.

Arbeitsaufwände:

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium
- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium

Prüfung : Surface Science and Corrosion

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Synthese biomechanischer Konstruktionen <i>Synthesis in Biomechanics</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Ulrich Witzel	3 LP / 90 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts und exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung. • Sie können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen und praktizierten wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. • Ihre Erkenntnisse/Fertigkeiten können die Studierenden auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. 	

Lehrveranstaltungen	
Synthese biomechanischer Konstruktionen Lehrformen: Vorlesung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Ulrich Witzel Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	2 SWS
Inhalte: Das Zuggurtungsprinzip und die biegungsarme Knochenbelastung, Wolff-Transformationsgesetz der Knochen: Atrophie, Hyertrophie und Nekrose, temporäre und permanente Implantate, biokompatible und Implantatwerkstoffe; Zahnwurzelimplantate; Hüftendoprothesen, Knieendoprothesen, Schulterendoprothesen. FESS: Finite-Elemente-Struktur-Synthese, virtuelle Schädelnsynthesen. Funktioneller Evolutionsdruck.	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium	

Prüfung : Synthese biomechanischer Konstruktionen Mündlich / ca. 45 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %
--

Modul Technische Innovationen	
<i>Industrial Innovation</i>	
Version 1 (seit SS19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. J. Sehrt	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden praktizieren systematisches Lernen und Denken. • Die Studierenden erlangen Kenntnisse zur Optimierung eines wirtschaftlichen Betriebs. • Die Studierenden kennen und erkennen komplexe organisatorische Zusammenhänge. • Die Studierenden können ausgewählte Märkte und Produkte nach ihrem wirtschaftlichen Potenzial bewerten. • Die Studierenden können die Relevanz von Entwicklungen bewerten. • Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage, etablierte Methoden und Verfahren zur Koordination und Entwicklung von technischen Innovationen auszuwählen und anzuwenden. • Die Studierenden erlangen Werkzeuge, mit denen sich die wettbewerbliche Position eines Betriebs ausbauen lässt. 	

Lehrveranstaltungen	
Technische Innovationen Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. Tobias Grimm Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte: Die wettbewerbliche 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.	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	
Medienformen: PowerPoint	
Literatur:	

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. Granig, P.; Hartlieb, E.; Lercher, H. (Hrsg.): Innovationsstrategien – Von Produkten und Dienstleistungen zu Geschäftsmodellinnovationen. 1. Auflage. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden, 2014. ISBN: 978-3-658-01031-72. Koltze, K., Souchkov, V.: Systematische Innovation - TRIZ-Anwendung in der Produkt- und Prozessentwicklung. 2., überarbeitete Auflage. Carl Hanser Verlag, München, 2017. ISBN: 978-3-446-45127-8 | |
|--|--|

Prüfung : Klausur

Klausur / 60 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Technologie der Polymere <i>Technology of Polymers</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner	4 LP / 120 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • 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. 	

Lehrveranstaltungen	
Technologie der Polymere Lehrformen: Blockseminar Lehrende: Prof. Dr.-Ing. L. Kleintjens, Dr. M. Soliman Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	2 SWS
Inhalte: Nach einer Einführung über polymere Materialien werden folgende Themen behandelt: <ul style="list-style-type: none"> - 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. 	
Arbeitsaufwände: <ul style="list-style-type: none"> - Präsenzzeit: 40 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 80 h Eigenstudium 	
Medienformen: Beamer, Tafelanschrieb	

Prüfung : Mündlich Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

<p>Modul Technologie des modernen Verbrennungsmotors <i>Technology of Modern Reciprocating Engines for Mobile Applications</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Eifler</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p>Konventionelle Otto- und Dieselmotoren werden noch über Jahrzehnte die wesentlichen Antriebsaggregate für Straßenfahrzeuge darstellen. Durch den stetigen Druck zur weiteren Verbrauchs- und Abgasreduktion kommen neben der zunehmenden Elektrifizierung aktuell komplexe Technologien in den Bereichen Thermodynamik und Downsizing, Ladungswechsel und variable Ventiltriebe, Reibungsreduktion, Aufladung und Brennprozessoptimierung sowie Abgasnachbehandlung und Diagnose zum Einsatz.</p> <p>Das Modul baut auf dem im Bachelormodul der Studienschwerpunkte Energietechnik und Konstruktionstechnik angebotenen Vorlesungsinhalten „Kfz-Motoren“ und „Mechanik der Verbrennungsmotoren“ erworbenen Basiswissensstand zu den konventionellen Verbrennungsmotoren auf und vertieft die Themen der Bereiche, in denen weitere maßgebliche Potenziale zur Verbesserung zu erwarten sind.</p> <p>Den Beginn der Vorlesung stellt eine Beschreibung der aktuellen Technologie der modernen Verbrennungsmotoren (Ottomotoren und Dieselmotoren) der letzten 5 Jahre dar. Darüber hinaus werden die sich schnell ändernden gesetzlichen Vorschriften und Reglementierungen zu den PKW und NFZ erläutert. Hieraus ergibt sich das Wirkungsfeld für die notwendigen weiteren Optimierungen.</p> <p>Auf Basis der von der Thermodynamik der Kreisprozesse vorgegebenen Möglichkeiten werden die aktuell eingeschlagenen Weiterentwicklungsmöglichkeiten und deren Umsetzung in aktuelle Motorenkonzepte beschrieben. Wesentlicher Treiber der aktuellen Trends ist hier das Down- bzw. Rightsizing, die direkte Gemischbildung bei Ottomotoren und die Möglichkeit der starken Ladungsverdünnung durch inhomogene Gemischbildung mit Abmagerung oder Zufuhr von AGR. Bei den Dieselmotoren scheint das thermodynamische Effizienzpotential bereits vollständig ausgenutzt und erfordert aufgrund der Emissionsanforderungen eine Nachkorrektur in entgegengesetzter Richtung.</p> <p>Standardausrüstung fast aller modernen Otto- und Dieselmotoren sind unterschiedliche Systeme für Saugsystemvariation und Variabilitäten im Ventiltrieb - bis hin zum vollvariablen Ventiltrieb in mechanischer, elektrischer oder hydraulischer Ausführung. Hierdurch werden die effektive Steuerung der Füllung, des Restgasgehaltes und die Integration von Atkinson- und Miller-Prozessen ermöglicht. In Verbindung mit optimierten Saug- und Abgassystemen sowie Aufladung ist eine Reduktion der Verbrauchswerte unter Beibehaltung der Abgasqualität möglich.</p> <p>Obwohl der Hubkolbenmotor in seiner Grundkonstruktion sei langem technisch ausgereift erscheint, bestehen in fast jedem Teilbereich des Motors Optimierungsmöglichkeiten in Bezug zur Reibungs- und Verschleißoptimierung. Neue Materialien und Möglichkeiten zur Simulation und Berechnung ermöglichen bisher für nicht „schöpfbar“ gehaltene Verbrauchspotenziale.</p>	

Die Technik des Downsizing und Downspeeding der Motoren erfordert unter der Prämisse der Beibehaltung der Fahrleistungen die Aufladung der Motorenkonzepte. Obwohl nahezu jeder Ottomotorentyp heute mit einem Aufladegerät erhältlich ist und 100% aller Dieselmotorenneuentwicklungen aufgeladen sind, ist das dynamische Verhalten dieser Motoren ein steter Kritikpunkt. Das Resultat der Bemühungen ist daher der Einsatz komplexer Mehrfachaufladesysteme in Serien-, Parallel- und gemischter Schaltung. Die Adaption dieser Systeme ist nicht trivial und erfordert intensives Basiswissen über die Thermodynamik der Aufladung und die Integration von Verdichter und Turbine in den Kfz-Powertrain.

Die drei letzten Kapitel behandeln das Thema Abgasemissionen, Vorschriften, Technik der Reduktion bei homogenen und inhomogenen sowie mager betriebenen Motoren und abschließend die Überwachung der Funktionalitäten und Systeme auf der Motoren- und Abgasseite (OBD2).

Kenntnisse: Die Studierenden kennen die vertieften ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen im Bereich der Fahrzeugantriebstechnik und exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung auf diesem Gebiet. Sie kennen hierbei modernste Methoden und Verfahren der Fahrzeug-Powertrain-Ingenieurwissenschaften und kennen Anwendungsbeispiele.

Fertigkeiten: Die Studierenden verfügen über die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken. Sie praktizieren erste Ansätze wissenschaftlichen Lernens und Denkens, können ingenieurtechnische Probleme modellieren und lösen. Mit geeigneten Methoden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) gelöst werden.

Kompetenzen: Die Studierenden verfügen in Bezug zur Kfz-Antriebstechnik über fachübergreifende Methodenkompetenz. Sie können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete maschinenbauliche / ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen übertragen und haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.

Die Veranstaltung vermittelt: Fachkompetenz 50%, Methodenkompetenz 30%, Systemkompetenz 15%, Sozialkompetenz 5%.

Empfohlene Vorkenntnisse:

Kenntnisse in allgemeiner Motorentechnik, technischer Mechanik, Thermodynamik, Chemie, Strömungsmechanik

Lehrveranstaltungen

Technologie des modernen Verbrennungsmotors

Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)

4 SWS

Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Eifler

Sprache: Deutsch

Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester

Inhalte:

Inhalte der Vorlesung:

Einführung, Reglementierung und Technologie-Status 2017, Grundlegende thermodynamische Optimierungspotenziale, Thermodynamik und Grundlagen des Downsizing, Ladungswechsoptimierung und variable Ventiltriebe, Reibungsreduzierung am Verbrennungsmotor, Theorie und Praxis der Aufladung des Verbrennungsmotors, Abgase des Fahrzeugs – Vorschriften, Messtechnik und Gesetze, Abgasnachbehandlung bei Ottomotoren und Dieselmotoren, Onboard-Diagnose (OBDII) – Gesetzgebung und technische Umsetzung

Inhalte der Übung:

Aufgabenstellungen zur allgemeinen Auslegung von Otto- und Dieselmotoren (Drehmoment, Leistung, Ladungswechsel, Wirkungsgrad); Berechnungen zum Betrieb von Motoren mit mechanischer Aufladung, Arbeiten mit Turbinen- und Verdichterkennfeldern, nachgeschaltete Kreisprozesse und Waste-Energy-Recovery.

Umfangreicher Fragenkatalog als Repetitorium des Vorlesungsstoffes zur Vertiefung und Festigung des erlernten Basiswissens.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Medienformen:

PowerPoint-Folien, Vorlesungspodcasts, Animationen, Videos und reale Bauteile. Alle Informationen und umfangreiche Zusatzliteratur im Blackboard-System der RUB.

Literatur:

1. Hiereth, H. , Prenninger, P. - Aufladung der Verbrennungskraftmaschine - Springer 2003
2. Golloch, Rainer - Downsizing bei Verbrennungsmotoren - Springer 2006
3. van Basshuysen (Hrsg.) – Ottomotor mit Direkteinspritzung – 1. Auflage 2007 – Vieweg
4. Skopil, Mario Arno - Moderne Turboaufladung , Expert Verlag - 2. Auflage 2007
5. Stoffregen, Jürgen - Motorradtechnik (populär), Vieweg + Teubner, 7. Auflage 2010
6. Pucher H., Zinner K. - Aufladung von Verbrennungsmotoren, 4. Auflage 2012, Springer Vieweg.

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Prüfungsvorleistungen :

Teilnahme an den Vorlesungen und Übungen

Modul Transmission electron microscopy of crystal defects I (Advanced Users) <i>Transmission electron microscopy of crystal defects I (Advanced Users)</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler	3 LP / 90 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • 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. 	

Lehrveranstaltungen	
Transmission electron microscopy of crystal defects I (Advanced Users) Lehrformen: Blockseminar Lehrende: Prof. Antonin Dlouhy Sprache: Englisch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	2 SWS
Inhalte: 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.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium

Medienformen:

Projektor und Tafel

Literatur:

Vorlesungsbegleitende Literatur wird bekannt gegeben

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Transmission electron microscopy of crystal defects II (Advanced Users)	
<i>Transmission electron microscopy of crystal defects II (Advanced Users)</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler	3 LP / 90 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • 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. 	

Lehrveranstaltungen	
Transmission electron microscopy of crystal defects II (Advanced Users) Lehrformen: Blockseminar Lehrende: Prof. Antonin Dlouhy Sprache: Englisch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	2 SWS
Inhalte: 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.	
Arbeitsaufwände:	

- | | |
|---|--|
| - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium
- Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium | |
|---|--|

Medienformen:

Projektor und Tafel

Literatur:

Vorlesungsbegleitende Literatur wird bekannt gegeben

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Turbomaschinen	
<i>Turbomachines</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Francesca di Mare	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen den Zusammenhang zwischen Funktionsweise und Geometrie der strömungsführenden Bauteile von Turbomaschinen. • Die Studierenden kennen exemplarisch den Stand moderner Forschung, Anwendungsbeispiele und das entsprechende Fachvokabular. 	
Allgemeine Ziele und Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen. • 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 praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • 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. 	
Empfohlene Vorkenntnisse: Thermodynamik, Strömungsmechanik, Grundlagen der Fluidenergiemaschinen	

Lehrveranstaltungen	
Turbomaschinen Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Prof. Dr. Francesca di Mare Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS
Inhalte: Im Wahlpflichtfach Turbomaschinen geht es allgemein um den Zusammenhang zwischen Funktionsweise und Geometrie der strömungsführenden Bauteile von Turbomaschinen. Zunächst wird eine Übersicht über die verschiedenen Bauformen und Anwendungsgebiete dynamisch arbeitender Fluidenergiemaschinen gegeben, die sich auf Turboverdichter und Turbinen und ihre Anwendung in Gasturbinen und Flugtriebwerken konzentriert. Nachfolgend werden die strömungstechnischen und thermodynamischen Grundlagen zusammenfassend dargestellt. Schwerpunkt der Vorlesung bildet die strömungstechnische Auslegung thermischer Turbomaschinen. Grundlage bildet dazu die Bestimmung der Antriebsleistung sowie die Stufen- und Drehzahlfestlegung. Für die Bauformen Radialverdichter und Axialverdichter werden Algorithmen erarbeitet, mit denen eine	

grundlegende strömungstechnische Auslegung dieser Maschinen realisiert werden kann. Die realen Bedingungen in Turbomaschinen werden durch die reibungsbehaftete Strömung, Sekundärströmungen und instationäre Strömungseffekte bestimmt. Abschließend werden Einsatzbereiche, Betriebsgrenzen, Regelungsmöglichkeiten sowie aktuelle Entwicklungstendenzen aufgezeigt.

Arbeitsaufwände:

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium
- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Turbulenzmodellierung	
<i>Turbulence Modeling</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Romuald Skoda	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen im Bereich der Turbulenzmodellierung modernste Turbulenzmodelle, die in gängigen Strömungssimulationsprogrammen implementiert sind. • Sie haben die Fähigkeiten zum vernetzten und kritischen Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden im Hinblick auf Genauigkeit, Stabilität und Aufwand bewerten zu können. • Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenzen erworben und können diese situativ angepasst anwenden sowie auf neue Problemstellungen übertragen. 	

Lehrveranstaltungen	
Turbulenzmodellierung Lehrformen: Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) Lehrende: Prof. Romuald Skoda Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte: Wiederholung der strömungsmechanischen und numerischen Grundlagen, Überblick über die Turbulenztheorie, Einführung in die Direkte und die Large-Eddy-Simulation. Detaillierte Behandlung der statistischen Turbulenzmodelle (Wirbelviskositäts- und Reynolds-Spannungsmodelle). Hybride Modelle: Scale-adaptive (SAS), Detached-Eddy (DES). Wandbehandlung, laminar-turbulente Transition, Modelladditive zur Staupunkt-, Rotations- und Kompressibilitätsbehandlung.	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	

Prüfung : Mündlich Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Umweltrisiken (WP-E08)	
<i>Environmental Risks</i>	
Version 1 (seit WS13/14) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald	6 LP / 180 h
<p>Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich der „Umweltrisiken“</p> <p>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.</p> <p>Die Studierenden können diese Erkenntnisse auf dem Feld der Risiken auch auf konkrete und neue bzw. analoge Problemstellungen übertragen und bewerten.</p>	
<p>Häufigkeit des Angebots: siehe Lehrveranstaltung(en)</p>	

Lehrveranstaltungen	
<p>Umweltrisiken 1 Lehrformen: Vorlesung (2 SWS) Lehrende: Prof. Dr.-Ing. G. Deerberg Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester</p>	2 SWS 3 LP / 90 h
<p>Lernziele: Die Studierenden sollen nach der Veranstaltung in der Lage sein, Umweltrisiken im Kontext industrieller Produktion und Ressourcenbereitstellung zu identifizieren, sowie Kenntnisse über das relevante Regelwerk und den Ablauf von Genehmigungsverfahren für umweltrelevante Maßnahmen haben.</p>	
<p>Inhalte: 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.</p> <p>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.</p> <p>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,</p>	

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 Klimawandel und Ressourcen

- Klimawandel und Ressourcen
- Risiken der Produktion fossiler Energieträger
- Risiken nachwachsender Rohstoffe

Angewandter Umweltschutz

- Technisches und rechtliches Regelwerk
- Genehmigungsverfahren

Arbeitsaufwände:

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium
- Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium

Medienformen:

Beamer

Literatur:

Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Prüfung : Mündlich

Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 50 %

Lehrveranstaltungen

Umweltrisiken 2

Lehrformen: Vorlesung (2 SWS)

Lehrende: Prof. Dr.-Ing. G. Deerberg

Sprache: Deutsch

Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester

Lernziele:

Die Studierenden sollen nach der Veranstaltung in der Lage sein, Umweltrisiken aufgrund von Chemikalien, die aus Produkten, nutzungs- oder prozessbedingt freigesetzt werden, zu identifizieren und Möglichkeiten der Risikoabschätzung und -einordnung haben.

Inhalte:

2 SWS
3 LP / 90 h

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
- Lehrziele und Gliederung der Vorlesung

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

Arbeitsaufwände:

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium
- Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium

Medienformen:

Beamer

Literatur:

Wird in der Veranstaltung bekannt gegeben

Prüfung : Mündlich

Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 50 %

Modul Ver- und Entsorgungstechnik von Kraftwerken <i>Handling Systems for Supply and Disposal Streams of Power Plants</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. V. Scherer	6 LP / 180 h
<p>Lernziele/Kompetenzen: Die Studierenden kennen :</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Ferner können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Die Studierenden haben</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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. <p>Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</p>	

Lehrveranstaltungen	
<p>Ver- und Entsorgungstechnik von Kraftwerken Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Priv.-Doz. Dr.-Ing. M. Schiemann Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	4 SWS
<p>Inhalte: 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.</p>	

Arbeitsaufwände:

- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium
- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium

Medienformen:

Beamer

Literatur:

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.

Prüfung : Klausur

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Verschleißschutztechnologie <i>Wear Protection Technology</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Werner Theisen	3 LP / 90 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen ausgewählte Verschleißsysteme, Verschleißarten sowie die damit verbundenen Mikromechanismen. • Sie kennen exemplarisch den Stand moderner und die modernsten Methoden und Verfahren mit Anwendungsbeispielen und das entsprechende Fachvokabular. • 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 wissenschaftliches Lernen und Denken und können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen. • Erkenntnisse/Fertigkeiten können die Studierenden auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. • Zudem haben die Studierenden vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ anpassen und anwenden. 	

Lehrveranstaltungen	
Verschleißschutztechnologie Lehrformen: Vorlesung (2 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. Sabine Siebert Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	2 SWS
Inhalte: Betrachtung von ausgewählten Verschleißsystemen, Identifizierung der Verschleißarten sowie die damit verbundenen Mikromechanismen, Einfluss von Art, Menge und Verteilung verschiedener Gefügebestandteile und deren Eigenschaften auf den Verschleißwiderstand, Vorstellung von werkstofftechnischen Maßnahmen zum Verschleißschutz für metallische Werkstoffe, ausgehend vom Gefügedesign bis hin zu unterschiedlichen Randschichtverfahren und deren Anwendung bezogen auf den Einsatzfall.	
Arbeitsaufwände: - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium	

Prüfung : Klausur Klausur / 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

<p>Modul Werkstoffe der Energietechnik <i>Materials for Energy Technology</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen wichtige ingenieurwissenschaftliche Eigenschaften im Bereich der Hochtemperaturwerkstofftechnik. • Sie kennen exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung und kennen modernste Methoden, Anwendungsbeispiele und das entsprechende Fachvokabular. <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können komplexe Problemstellungen in physikalischen Systemen 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. 	

<p>Lehrveranstaltungen</p>	
<p>Werkstoffe der Energietechnik Lehrformen: Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) Lehrende: Dr. rer. nat. Ch. Somsen Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p>Inhalte: Die Vorlesung behandelt wichtige ingenieurwissenschaftliche Eigenschaften im Bereich der Hochtemperaturwerkstofftechnik. Beispielsweise in Triebwerken für Flugzeuge, Chemieanlagen, Raffinerien, Müllverbrennungsanlagen und überall dort, wo thermische in mechanische und dann in elektrische Energie umgewandelt wird. In allen diesen Bereichen gibt es ein fortwährendes Streben nach Erhöhung des thermodynamischen Wirkungsgrades. Das bedeutet Streben nach Erhöhung der maximalen Arbeitstemperatur von Systemen, nach schlankeren Bauweisen und nach Langlebigkeit von Komponenten. Deshalb gibt es Triebkräfte für Neuentwicklungen im Werkstoffbereich und für ein immer besseres Verständnis der mikrostrukturellen Vorgänge, die das mechanische Verhalten von Werkstoffen bei hohen Temperaturen kennzeichnen. Die Vorlesung beleuchtet eingehend das Kriechen, die Spannungsrelaxation, Ermüdung, und Hochtemperaturoxidation von Werkstoffen. Beispielhaft werden einige Schlüsselkomponenten von Energieanlagen, wie z.</p>	

B. (i) das Sammlerrohr im Dampfkraftwerk, (ii) den Rohrbogen im Dampfkraftwerk und (iii) die Turbinenschaufel in Gasturbinen behandelt.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium

Medienformen:

Projektor und Tafel

Literatur:

Vorlesungsbegleitende Literatur wird bekannt gegeben

Prüfung : Werkstoffe der Energietechnik

Klausur / 180 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Werkstoffe der biomedizinischen Technik u. bionische Materialforschung <i>Materials for Biomedical Engineering and Bionic Materials Researches</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Werner Theisen	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen: <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden kennen Anforderungen an Werkstoffe für die Verwendung als Implantat und die Nutzung von bionischen Ansätzen bei der Entwicklung neuer Werkstoffe und Werkstoffverbunden. • Sie kennen exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung und die modernsten Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften / des Maschinenbaus mit Anwendungsbeispielen. • 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 wissenschaftliches Lernen und Denken und können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen. • Erkenntnisse/Fertigkeiten können die Studierenden auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen. Zudem haben die Studierenden vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ anpassen und anwenden. 	

Lehrveranstaltungen	
Werkstoffe der biomedizinischen Technik u. bionische Materialforschung Lehrformen: Vorlesung (4 SWS) Lehrende: Dr.-Ing. H. Monstadt, Dr.-Ing. Sabine Siebert Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester	4 SWS
Inhalte: 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.	
Arbeitsaufwände:	

- | | |
|--|--|
| - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium | |
| - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium | |

Prüfung : Klausur

Klausur / 180 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

Modul Wissensbasierte Methoden	
<i>Knowledge-based Systems</i>	
Version 1 Modulverantwortliche/r: Dr.-Ing. D. König	6 LP / 180 h
Lernziele/Kompetenzen:	
Inhalte: Modulbeschreibung s. Fakultät für Bau- und Umweltingenieurwissenschaften, Lehrstuhl für Informatik im Bauwesen	

Lehrveranstaltungen	
Wissensbasierte Methoden Lehrende: Dr.-Ing. Karlheinz Lehner Sprache: Deutsch Häufigkeit des Angebots: jedes Sommersemester	4 SWS

Modul Übungen zu Fortgeschrittene Transmissionselektronenmikroskopie	
Version 1 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler	3 LP / 90 h
<p>Lernziele/Kompetenzen:</p> <p><u>Zielsetzung:</u> Die Übung beschäftigt sich explizit mit den modernen Methoden im Bereich der Elektronenmikroskopie und deren theoretischen Grundlagen. Die Studierenden erlernen und berechnen die grundlegenden Mechanismen der fortgeschrittenen Transmissionselektronenmikroskopie, zuerst im Bereich der Elektronen-Probe Wechselwirkungsmechanismen. Danach wird im Detail auf die unterschiedlichen Streuprozesse, wie elastische, inelastische, kohärente und inkohärente Streuung und deren Bedingungen eingegangen. Die erlernten theoretischen Grundlagen werden auf die unterschiedlichen Abbildungsbedingungen übertragen und an konkreten Beispielen geübt. Zusätzlich werden Simulationstechniken in der Transmissionselektronenmikroskopie, wie die Multi-Slice Simulation, betrachtet. 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.</p> <p><u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erlernen und üben die Grundlagen im Bereich der fortgeschrittenen Elektronenmikroskopie für (i) konventionelle, (ii) hochaufgelöste, aberrationskorrigierte und (iii) analytische Methoden. Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst werden. Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</p>	

Lehrveranstaltungen	
<p>Übungen zu Fortgeschrittene Transmissionselektronenmikroskopie</p> <p>Lehrformen: Blockseminar</p> <p>Lehrende: Dr.-Ing. Christian Liebscher</p> <p>Sprache: Deutsch</p> <p>Häufigkeit des Angebots: jedes Wintersemester</p>	2 SWS
<p>Inhalte:</p> <p>In Anlehnung an die Vorlesung Transmissionselektronenmikroskopie (TEM) für Fortgeschrittene werden die theoretischen Grundlagen der Elektronen-Probe Wechselwirkungsmechanismen geübt. Diese Mechanismen sind grundlegend, um die unterschiedlichen Abbildungsmechanismen im Transmissionselektronenmikroskop und</p>	

deren physikalischen Grundlagen zu verstehen. Die Grundlagen und Unterschiede der elastischen, inelastischen, kohärenten und inkohärenten Streuung werden erläutert und berechnet. Ein weiterer Schwerpunkt der Übung stellt die Betrachtung von Linsenfehlern der elektromagnetischen Linsen und die Linsenfehlerkorrektur dar. Die theoretischen Grundlagen der Beschreibung von Linsenfehlern werden rechnerisch betrachtet und ein Bezug zur praktischen Bestimmung um Kompensation der Fehler wird erläutert. Weiterführend wird auf die Grundlagen der Elektronen-Energieverlustspektroskopie und deren Bezug zur elektronischen Struktur von Materialien geübt. Ein Ausblick auf die Simulationstechniken in der TEM und scanning TEM (STEM) auf Basis der Multi-Slice Methode werden dargestellt.

Arbeitsaufwände:

- Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium
- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium

Medienformen:

Projektor und Tafel

Literatur:

Vorlesungsbereitende Literatur wird bekannt gegeben

Prüfung : Mündlich

Mündlich / ca. 45 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %