



Fakultät Maschinenbau  
*fortschritt studieren*

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

RUB

# RUHR – UNIVERSITÄT BOCHUM

## FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU

### Master-Studiengang Sales Engineering and Product Management

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.....	10
Abluftreinigung.....	12
Abwasserreinigung.....	14
Additive Fertigung - Kunststoffe.....	16
Additive Fertigung - Metalle.....	18
Analyse biomechanischer Konstruktionen.....	20
Angewandte Reaktionstechnik in der Verfahrenstechnik.....	21
Anlagen- und Logistikplanung in der Chemieindustrie.....	22
Anlagentechnik.....	24
Arbeits- und Anlagensicherheit (WP-E06).....	26
Auslegung von Triebwerks- und Gasturbinenverdichtern.....	27
Beispiele der simulationsgestützten Prozessentwicklung.....	28
CO <sub>2</sub> -Abscheidung aus Industrieprozessen.....	30
Computeranwendungen in der Prozessentwicklung.....	32
Computersimulation von Fluidströmungen.....	34
Dampfturbinen für heutige und künftige Energiesysteme.....	35
Digitalisierung in Entwicklung und Produktion am Beispiel von Lernfabriken.....	36
Einführung in die Rheologie.....	38
Elektrifizierte Fahrzeugantriebe.....	40
Elektrochemische Energiewandler.....	42
Energieaufwendungen und Ökobilanzierung.....	44
Energiespeichertechnologien und -anwendung.....	46
Energy Systems Analysis.....	48
Erdgasinfrastrukturen: Von der Gaserzeugung bis zum Kunden.....	50
Fortgeschrittene Transmissionselektronenmikroskopie.....	52
Fundamental Aspects of Materials Science and Microengineering.....	54
Funktionelle Schichtverbunde für die Energietechnik.....	56
Ganzheitliche Planung energietechnischer Anlagen.....	58
Gasdynamik.....	60

Gasmesstechnik.....	62
Getriebetechnik 1.....	64
Getriebetechnik 2.....	66
IT-gestützte Geschäftsprozesse am Beispiel von SAP-Standardsoftware.....	68
Industriegütermarketing.....	70
Instationäre Gasdynamik des Fahrzeugmotors.....	72
Integrierte Hochdruckverfahren.....	74
Kernkraftwerkstechnik.....	76
Konstruktion in der Antriebstechnik.....	78
Künstliche Intelligenz für vernetzte eingebettete Systeme.....	80
Laserfertigungstechnik.....	82
Lasermesstechnik.....	84
Luftqualität.....	86
Management und Organisation von Arbeit.....	87
Maschinen für die Energiewende.....	89
Masterarbeit.....	91
Materials for Aerospace Applications.....	93
Mechanische Eigenschaften in kleinen Dimensionen.....	95
Mechanische Grundlagen der Strömungsmaschinen.....	97
Methoden der integrierten Produktentwicklung.....	99
Offroad Maschinen: Produktverifikation.....	101
Offroad Maschinen: Systemanalyse.....	103
Porous Materials.....	105
Process Design.....	107
Produktkonfektionierung in der Lebensmitteltechnologie und Pharmazie.....	109
Prozess- und Umweltmesstechnik.....	111
Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik.....	112
Prozessführung und Optimalsteuerung.....	114
Prozesssimulation energietechnischer Anlagen.....	116
Prozesstechnik.....	118
Reaktortheorie.....	119

Regenerative Energien.....	121
Schadensanalyse.....	123
Service Engineering.....	124
Simulation der Strömung in Turbomaschinen.....	126
Simulation reaktiver Strömungen.....	128
Simulationstechnik in der Produktherstellung.....	130
Solidification Processing.....	132
Strategische kundenorientierte Führung eines Technologieunternehmens.....	133
Surface Science and Corrosion.....	135
Synthese biomechanischer Konstruktionen.....	137
Technische Innovationen.....	138
Technologie der Polymere.....	140
Turbomaschinen.....	141
Turbulenzmodellierung.....	143
Ver- und Entsorgungstechnik von Kraftwerken.....	144
Verschleißschutztechnologie.....	146
Vertriebs- und Technologiemanagement.....	147
Werkstoffe der Energietechnik.....	150
Werkstoffe der biomedizinischen Technik u. bionische Materialforschung.....	152
Übungen zu Fortgeschrittene Transmissionselektronenmikroskopie.....	154

# Übersicht nach Modulgruppen

## 1 ) Internationales Vertriebs-, Produkt- und Servicemanagement M.Sc. SEPM

Industriegütermarketing.....	70
Methoden der integrierten Produktentwicklung.....	99
Service Engineering.....	124
Vertriebs- und Technologiemanagement.....	147

## 2 ) Ingenieurwissenschaftliche Vertiefung M.Sc. SEPM

3D-Simulation in der Automatisierungstechnik.....	10
Additive Fertigung - Kunststoffe.....	16
Additive Fertigung - Metalle.....	18
Anlagentechnik.....	24
Beispiele der simulationsgestützten Prozessentwicklung.....	28
Energieaufwendungen und Ökobilanzierung.....	44
Energy Systems Analysis.....	48
Gasdynamik.....	60
Getriebetechnik 1.....	64
Getriebetechnik 2.....	66
Integrierte Hochdruckverfahren.....	74
Kernkraftwerkstechnik.....	76
Laserfertigungstechnik.....	82
Lasermesstechnik.....	84
Materials for Aerospace Applications.....	93
Offroad Maschinen: Produktverifikation.....	101
Offroad Maschinen: Systemanalyse.....	103
Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik.....	112
Prozessführung und Optimalsteuerung.....	114
Prozesstechnik.....	118
Reaktortheorie.....	119

Regenerative Energien.....	121
Schadensanalyse.....	123
Simulation der Strömung in Turbomaschinen.....	126
Simulationstechnik in der Produktherstellung.....	130
Solidification Processing.....	132
Surface Science and Corrosion.....	135
Turbomaschinen.....	141
Ver- und Entsorgungstechnik von Kraftwerken.....	144
Verschleißschutztechnologie.....	146
Werkstoffe der Energietechnik.....	150

### **3 ) Allgemeiner Wahlbereich M.Sc. SEPM**

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

Abluftreinigung.....	12
Abwasserreinigung.....	14
Analyse biomechanischer Konstruktionen.....	20
Angewandte Reaktionstechnik in der Verfahrenstechnik.....	21
Anlagen- und Logistikplanung in der Chemieindustrie.....	22
Arbeits- und Anlagensicherheit (WP-E06).....	26
Auslegung von Triebwerks- und Gasturbinenverdichtern.....	27
CO <sub>2</sub> -Abscheidung aus Industrieprozessen.....	30
Computeranwendungen in der Prozessentwicklung.....	32
Computersimulation von Fluidströmungen.....	34
Dampfturbinen für heutige und künftige Energiesysteme.....	35
Digitalisierung in Entwicklung und Produktion am Beispiel von Lernfabriken.....	36
Einführung in die Rheologie.....	38
Elektrifizierte Fahrzeugantriebe.....	40
Elektrochemische Energiewandler.....	42
Energiespeichertechnologien und -anwendung.....	46
Erdgasinfrastrukturen: Von der Gaserzeugung bis zum Kunden.....	50

Fortgeschrittene Transmissionselektronenmikroskopie.....	52
Fundamental Aspects of Materials Science and Microengineering.....	54
Funktionelle Schichtverbunde für die Energietechnik.....	56
Ganzheitliche Planung energietechnischer Anlagen.....	58
Gasmesstechnik.....	62
IT-gestützte Geschäftsprozesse am Beispiel von SAP-Standardsoftware.....	68
Instationäre Gasdynamik des Fahrzeugmotors.....	72
Konstruktion in der Antriebstechnik.....	78
Künstliche Intelligenz für vernetzte eingebettete Systeme.....	80
Luftqualität.....	86
Management und Organisation von Arbeit.....	87
Maschinen für die Energiewende.....	89
Materials for Aerospace Applications.....	93
Mechanische Eigenschaften in kleinen Dimensionen.....	95
Mechanische Grundlagen der Strömungsmaschinen.....	97
Offroad Maschinen: Produktverifikation.....	101
Offroad Maschinen: Systemanalyse.....	103
Porous Materials.....	105
Process Design.....	107
Produktkonfektionierung in der Lebensmitteltechnologie und Pharmazie.....	109
Prozess- und Umweltmesstechnik.....	111
Prozesssimulation energietechnischer Anlagen.....	116
Simulation reaktiver Strömungen.....	128
Strategische kundenorientierte Führung eines Technologieunternehmens.....	133
Synthese biomechanischer Konstruktionen.....	137
Technische Innovationen.....	138
Technologie der Polymere.....	140
Turbulenzmodellierung.....	143
Werkstoffe der biomedizinischen Technik u. bionische Materialforschung.....	152
Übungen zu Fortgeschrittene Transmissionselektronenmikroskopie.....	154



#### **4 ) Fachwissenschaftliche Arbeit M.Sc. SEPM**

Masterarbeit.....	91
-------------------	----

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

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>3D-Simulation in der Automatisierungstechnik</b>	
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)	
<b>Lehrende:</b> Dr.-Ing. Alfred Hypki	
<b>Sprache:</b> Deutsch	
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester	
<b>Inhalte:</b> 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"> <li>· Simulation in der Automatisierungstechnik – Anforderungen und Möglichkeiten</li> <li>· Grafische 3D-Simulation</li> <li>· CAD-basierte Arbeitszellenmodellierung und 3D-Datenaustausch</li> <li>· Roboterprogrammierung</li> <li>· Offline-Programmierung und Virtuelle Inbetriebnahme</li> <li>· Grundlagen und Leistungsmerkmale von grafischen 3D-Simulationssystemen im industriellen Einsatz</li> </ul> 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.

<b>Modul Abluftreinigung</b> <i>Gas Treatment</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald	3 LP / 90 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung.</li> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften / des Maschinenbaus und kennen Anwendungsbeispiele.</li> <li>• Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts.</li> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> <li>• Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> <li>• Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> </ul>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Abluftreinigung</b> <b>Lehrformen:</b> Blockseminar <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. Michael Schultes <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	2 SWS
<b>Inhalte:</b> 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.	
<b>Arbeitsaufwände:</b> - 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 %

<p><b>Modul Abwasserreinigung</b>  <i>Wastewater Treatment</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15)                  Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald</p>	<p>3 LP / 90 h</p>
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung.</li> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften / des Maschinenbaus und kennen Anwendungsbeispiele.</li> <li>• Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts.</li> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> <li>• Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> <li>• Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> </ul>	

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

- 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 %

<b>Modul Additive Fertigung - Kunststoffe</b>	
<i>Additive Manufacturing - Polymers</i>	
Version 1 (seit SS19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. J. Sehrt	6 LP / 180 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> 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.	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Additive Fertigung - Kunststoffe</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. J. Sehrt <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester	4 SWS
<b>Inhalte:</b> 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.	
<b>Arbeitsaufwände:</b> - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium	
<b>Medienformen:</b> Veranschaulichung mit PowerPoint, Folien und Videos	
<b>Literatur:</b>	



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

<b>Modul Additive Fertigung - Metalle</b> <i>Additive Manufacturing - Metals</i>	
Version 1 (seit SS19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. J. Sehrt	6 LP / 180 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> 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.	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Additive Fertigungstechnik - Metalle</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. J. Sehrt <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	4 SWS
<b>Inhalte:</b> 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.	
<b>Arbeitsaufwände:</b> - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	
<b>Medienformen:</b> Veranschaulichung mit Powerpoint, Folien und Videos	
<b>Literatur:</b>	

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.

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

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

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

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

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

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

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

<p><b>Lehrveranstaltungen</b></p>	
<p><b>Anlagen- und Logistikplanung in der Chemieindustrie</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)  <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. Stefan Lier  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p><b>Inhalte:</b>                  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.</p> <p><b>Arbeitsaufwände:</b>                  - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium                  - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium</p>	

<p><b>Prüfung : Mündlich</b>                  Mündlich , Anteil der Modulnote : 100 %  <b>Beschreibung :</b></p>
--

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

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

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Anlagentechnik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	4 SWS
<b>Inhalte:</b> 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"> <li>• 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.</li> </ul> Als weitere Planungsschritte wird das Detail-Engineering als apparate- und maschinentechnische Umsetzung der geplanten Prozesskomponenten erläutert.  <b>Arbeitsaufwände:</b> - 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 %

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

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

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

<b>Modul Auslegung von Triebwerks- und Gasturbinenverdichtern</b> <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
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung.</li> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften / des Maschinenbaus und kennen Anwendungsbeispiele.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen.</li> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> </ul>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Auslegung von Triebwerks- und Gasturbinenverdichtern</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS) <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. Reinhard Mönig <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	2 SWS
<b>Inhalte:</b> 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	
<b>Arbeitsaufwände:</b> - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium	

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

<b>Modul Beispiele der simulationsgestützten Prozessentwicklung</b> <i>Chemical Process Design Examples</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald	6 LP / 180 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich des Designs von Prozessen exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung einschließlich entsprechender Prozesssimulationstools.</li> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten dabei auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> </ul>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Beispiele der simulationsgestützten Prozessentwicklung</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (1 SWS), Übung (3 SWS) <b>Lehrende:</b> Dr.-Ing. Julia Riese <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	4 SWS
<b>Inhalte:</b> 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.  <b>Arbeitsaufwände:</b> - 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.

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

<p><b>Lehrveranstaltungen</b></p>	
<p><b>CO2-Abscheidungen aus Industrieprozessen</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Projekt, Exkursion  <b>Lehrende:</b> Priv.-Doz. Dr.-Ing. M. Schiemann  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p><b>Inhalte:</b>                  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

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

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

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

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Computersimulation von Fluidströmungen</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) <b>Lehrende:</b> Dr.-Ing. David Engelmann <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	4 SWS
<b>Inhalte:</b> 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.	
<b>Arbeitsaufwände:</b> - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	

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

<b>Modul Dampfturbinen für heutige und künftige Energiesysteme</b> <i>Steam Turbines for Present and Future Energy Systems</i>	
Version 1 (seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Francesca di Mare	6 LP / 180 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen das Einsatzspektrum von Dampfturbinen und exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung.</li> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften/des Maschinenbaus und kennen Anwendungsbeispiele auch mit Blick auf künftige Energiesysteme.</li> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken und können diese Kompetenz auf Anwendungen an der industriellen Praxis spiegeln.</li> <li>• Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> </ul>	

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

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

<b>Modul Digitalisierung in Entwicklung und Produktion am Beispiel von Lernfabriken</b> <i>Digitization in development and production</i>	
Version 1 (seit SS19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter	6 LP / 180 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> 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.  Haptisch erfahrbar werden die Veränderungen durch Übungen in 3 verschiedenen Lernfabriken in Deutschland gemacht (Ruhr-Universität Bochum, TU-Darmstadt, Hochschule Reutlingen)	
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Teilnahmebeschränkung, Anmeldung erfolgt über den Lehrstuhl	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Digitalisierung in Entwicklung und Produktion am Beispiel von Lernfabriken</b> <b>Lehrformen:</b> Blockseminar, Exkursion <b>Lehrende:</b> Dr.-Ing. Christopher Prinz <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	
<b>Inhalte:</b> 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  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. ( <a href="http://www.lps.rub.de">www.lps.rub.de</a> )	
<b>Arbeitsaufwände:</b> - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium	

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

<b>Prüfung : Klausur</b>
--------------------------

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

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

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Einführung in die Rheologie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) <b>Lehrende:</b> Dr.-Ing. Stefan Pollak <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester	4 SWS
<b>Inhalte:</b> 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.	
<b>Arbeitsaufwände:</b> - 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 %

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

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



**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><b>Modul Elektrochemische Energiewandler</b>  <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><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen den Aufbau und die Funktion kontinuierlich arbeitender elektrochemischer Energiewandler.</li> <li>• Ihnen sind die komplexen Wechselwirkungen innerhalb von elektrochemischen Zellen, Stacks und Systemen bewusst.</li> <li>• 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.</li> </ul> <p>Ferner können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stoff- und Energieströme in elektrochemischen Wandlern bilanzieren.</li> <li>• Systeme und Komponenten zur elektrochemischen Energiewandlung geeignet dimensionieren.</li> <li>• Die Effizienz und die Beeinflussung durch die eingesetzten Komponenten rechnerisch ermitteln.</li> <li>• Fragestellungen, die sich in technischen Systemen ergeben, abstrahieren und mit geeigneten fachübergreifenden Methoden lösen sowie Verfahren auswählen und anwenden.</li> </ul>	

<p><b>Lehrveranstaltungen</b></p>	
<p><b>Elektrochemische Energiewandler</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS)  <b>Lehrende:</b> Dr.-Ing. Martin Müller  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester</p>	<p>3 SWS</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>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.</p> <p>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.

<b>Modul Energieaufwendungen und Ökobilanzierung</b> <i>Energy Demand and Life Cycle Assessment</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Hermann Josef Wagner	6 LP / 180 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b>  Die Studierenden kennen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Entstehungsmechanismen von energiebedingten Luftschadstoffen und Klimagasen,</li> <li>• Methoden zur Bilanzierung kumulierter Energieaufwendungen und darauf aufbauend der Ökobilanzierung kennen lernen und die Kompetenz zu haben sie anwenden zu können,</li> <li>• exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung,</li> <li>• Fachvokabular und Anwendungsbeispiele.</li> </ul> Ferner können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen fachübergreifend mit geeigneten Methoden lösen,</li> <li>• Erkenntnisse auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen,</li> <li>• komplexe ingenieurtechnische Probleme fachübergreifend modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> </ul> Die Studierenden haben <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden,</li> <li>• vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> </ul> Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Energieaufwendung und Ökobilanzierung</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. Hermann Josef Wagner <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	4 SWS
<b>Lernziele:</b>	
<b>Inhalte:</b>  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	

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 %

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

<p><b>Lehrveranstaltungen</b></p>	
<p><b>Energiespeichertechnologien und -anwendung</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS)  <b>Lehrende:</b> Prof. Christian Dötsch  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester</p>	<p>3 SWS</p>
<p><b>Inhalte:</b>                  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.</p> <p><b>Arbeitsaufwände:</b>                  - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium                  - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium</p>	

**Prüfung : Klausur**

Klausur , Anteil der Modulnote : 100 %

**Beschreibung :**

Die Modulprüfung kann ab einer Teilnehmerzahl  $\leq 10$  auch mündlich durchgeführt werden.

<p><b>Modul Energy Systems Analysis</b>  <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><b>Lernziele/Kompetenzen:</b>                  The students are able to</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• name categories of energy systems models and their respective algorithms</li> <li>• name methods for generating input for energy systems models in a structured way</li> <li>• explain the concepts behind different categories of energy systems models</li> <li>• apply selected methods and models to practical problems (e.g. unit commitment optimization)</li> <li>• apply selected methods for generating input for energy systems models in a structured way</li> <li>• interpret results from energy systems models and draw conclusions to support decision making</li> <li>• discuss strengths and weaknesses of the methods and models used and to discuss and derive potential for improvement</li> </ul> <p>Die Studierenden sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kategorien von Energiesystemmodellen und ihre jeweiligen Algorithmen zu benennen.</li> <li>• Methoden zur strukturierten Bereitstellung von Input(daten) für Energiesystemmodelle zu benennen.</li> <li>• die Konzepte hinter verschiedenen Kategorien von Energiesystemmodellen zu erklären.</li> <li>• ausgewählte Methoden und Modelle auf praktische Probleme anzuwenden (z.B. Kraftwerkseinsatzoptimierung).</li> <li>• ausgewählte Methoden zur strukturierten Bereitstellung von Input für Energiesystemmodelle anzuwenden.</li> <li>• Ergebnisse aus Energiesystemmodellen zu interpretieren und Schlussfolgerungen zu ziehen, um die Entscheidungsfindung zu unterstützen.</li> <li>• Stärken und Schwächen der eingesetzten Methoden und Modelle zu diskutieren und Verbesserungspotenziale zu diskutieren und abzuleiten.</li> </ul>	

<p><b>Lehrveranstaltungen</b></p>	
<p><b>Energy Systems Analysis</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)  <b>Lehrende:</b> Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch  <b>Sprache:</b> Englisch  <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p><b>Inhalte:</b></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><b>Modul Erdgasinfrastrukturen: Von der Gaserzeugung bis zum Kunden</b>  <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><b>Lernziele/Kompetenzen:</b>                  Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen,</li> <li>• exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung,</li> <li>• modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften und kennen Anwendungsbeispiele.</li> </ul> <p>Ferner können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen fachübergreifend mit geeigneten Methoden lösen,</li> <li>• Erkenntnisse auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> </ul> <p>Die Studierenden haben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden,</li> <li>• vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> </ul> <p>Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</p>	

<p><b>Lehrveranstaltungen</b></p>	
<p><b>Erdgasinfrastrukturen: Von der Gaserzeugung bis zum Kunden</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Exkursion  <b>Lehrende:</b> Prof. Dr. rer. nat. Gerald Linke  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester</p>	<p>3 SWS</p>
<p><b>Inhalte:</b>                  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

<b>Modul Fortgeschrittene Transmissionselektronenmikroskopie</b> <i>TEM (Advanced Users)</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler	3 LP / 90 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <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.  <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.	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Fortgeschrittene Transmissionselektronenmikroskopie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS) <b>Lehrende:</b> Prof. Gerhard Dehm <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester	2 SWS
<b>Inhalte:</b> 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.  <b>Arbeitsaufwände:</b> - 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 %

<p><b>Modul Fundamental Aspects of Materials Science and Microengineering</b>  <i>Fundamental Aspects of Materials Science and Microengineering</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS16)                  Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b>                  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>	

<p><b>Lehrveranstaltungen</b></p>	
<p><b>Fundamental Aspects of Materials Science and Microengineering</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)  <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler, Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig  <b>Sprache:</b> Englisch  <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Importance of atoms and electrons in materials engineering and the transition from atoms to alloys and from alloys to components</li> <li>• Thermodynamic concepts in materials engineering and fundamentals of alloy design (with a special focus on ternary phase diagrams)</li> <li>• Kinetic concepts in materials science and engineering (with a focus on microstructural evolution)</li> </ul>	

- 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 %

<b>Modul Funktionelle Schichtverbunde für die Energietechnik</b> <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
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen neue Konzepte um den Wirkungsgrad bei der Verbrennung fossiler und regenerativ erzeugter Rohstoffe zu erhöhen, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu verringern oder regenerativ erzeugte Energie temporär zu speichern.</li> <li>• Sie kennen exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung und Anwendungsbeispiele.</li> <li>• Sie können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen und praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> <li>• Ihre Erkenntnisse/Fertigkeiten können die Studierenden auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> </ul>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Funktionelle Schichtverbunde der Energietechnik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Exkursion <b>Lehrende:</b> PD Martin Bram <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	2 SWS
<b>Inhalte:</b> 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"> <li>· Energiespeicherung durch Batterien</li> <li>· Hocheffiziente Energieerzeugung durch Festelektrolyt-Brennstoffzellen</li> <li>· Gastrennmembranen für die effiziente Bereitstellung von Prozessgasen</li> <li>· Wärmerückgewinnung durch Thermoelektrika</li> </ul> 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><b>Modul Ganzheitliche Planung energietechnischer Anlagen</b>  <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><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden kennen im Bereich der Anlagenplanung in der Energietechnik:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen,</li> <li>• exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung,</li> <li>• verfügen über entsprechendes Fachvokabular und kennen Anwendungsbeispiele.</li> </ul> <p>Ferner können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen fachübergreifend mit geeigneten Methoden lösen,</li> <li>• Erkenntnisse auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> </ul> <p>Die Studierenden haben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden,</li> <li>• vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> </ul> <p>Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</p>	

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

- 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.

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

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Gasdynamik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) <b>Lehrende:</b> Prof. Romuald Skoda <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester	4 SWS
<b>Inhalte:</b> 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.	
<b>Arbeitsaufwände:</b> - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	
<b>Literatur:</b> Vorlesungsbegleitende Unterlagen (Umdruck) werden zur Verfügung gestellt sowie weiterführende Literatur wird bekannt gegeben.	

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

**Beschreibung :**

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

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

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Gasmesstechnik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) <b>Lehrende:</b> Dr.-Ing. Peter Schley <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	4 SWS
<b>Inhalte:</b> Die Vorlesung Gasmesstechnik 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"> <li>• Beschaffenheit von Erdgas</li> <li>• Gasqualität / Gaskennwerte</li> <li>• Thermodynamische Zustandsgrößen</li> <li>• Messtechnik Volumen</li> <li>• Messtechnik Gasbeschaffenheit (Kalorimetrie / Chromatografie)</li> <li>• Metrologie, Messunsicherheit</li> <li>• Einspeisung von Wasserstoff aus „Power-to-Gas“ Anlagen</li> </ul>	

- 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><b>Modul Getriebetechnik 1</b>  <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><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit, Getriebekonzepte und Leistungsflüsse grundlegend zu analysieren und Getriebe kostengünstig und funktionssicher zu gestalten.</li> <li>• 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.</li> </ul> <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung.</li> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften/des Maschinenbaus und kennen Anwendungsbeispiele.</li> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> <li>• Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen.</li> <li>• Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> </ul>	

<p><b>Lehrveranstaltungen</b></p>	
<p><b>Getriebetechnik 1</b>  <b>Lehrformen:</b> 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><b>Modul Getriebetechnik 2</b>  <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><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erwerben die erweiterten Kenntnisse der theoretischen Grundlagen und der Arbeitstechniken, um die Wirkungsmechanismen der Getriebeschmierung zu verstehen und ein Schmierungssystem anforderungsgerecht auszuwählen.</li> <li>• 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.</li> </ul> <p>Allgemeine Lernziele und Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung.</li> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften/des Maschinenbaus und kennen Anwendungsbeispiele.</li> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> <li>• Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen.</li> <li>• Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> </ul>	

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

<b>Modul IT-gestützte Geschäftsprozesse am Beispiel von SAP-Standardsoftware</b> <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
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <b>Zielsetzung:</b> 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.  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.  <b>Kompetenzen:</b> 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.	
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Keine	

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

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

<p><b>Modul Industriegütermarketing</b>  <i>Marketing of Industrial Commodities</i></p>	
<p>Version 2 (seit SS17)                  Modulverantwortliche/r: Dr. rer. oec. L. Barrantes</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Zielsetzung:</b></p> <p>Die Studierenden kennen die für Industriegüter relevanten Marketinginstrumente.</p> <p>Die Studierenden können das strategische Dreieck bestehend aus Kunde, Wettbewerb und eigenem Unternehmen ganzheitlich analysieren, Marketingstrategien und -taktiken ableiten und umsetzen.</p> <p>Die Studierenden verfügen über die Fähigkeit Marketingkonzepte auf Basis der kunden- und marktorientierten Unternehmensführung zu erstellen, die Einzelinstrumente miteinander zu vernetzen und in integrierte Aktionspläne zu überführen.</p> <p>Dabei werden Theorie- und Praxiselemente miteinander verbunden, so dass für die Studierenden ein lebendiges Bild des Industriegütermarketings in der Praxis entsteht.</p> <p><b>Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden haben vertiefte, interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben, die sie situativ angepasst anwenden können. Darüber hinaus ist es ihnen möglich komplexe Entscheidungssituationen in Unternehmen und Märkten zu erkennen, zu entschlüsseln und systematisch Schlussfolgerungen abzuleiten.</p>	
<p><b>Teilnahmevoraussetzungen:</b></p> <p>Vorausgesetzt werden die Vorlesung Business-to-Business Marketing im Bachelor-Studiengang SEPM oder vergleichbare Vorlesungen in anderen Studiengängen.</p>	

<p><b>Lehrveranstaltungen</b></p>	
<p><b>Industriegütermarketing</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)  <b>Lehrende:</b> Mirko Düssel  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>In der Veranstaltung werden die Elemente des Industriegütermarketings auf Basis des St. Galler Management-Modells, den Ansätzen von Prof. Klaus Backhaus sowie eigener langjähriger Projekterfahrung bei Initiierung, Entwicklung und Umsetzung strategischer und operativer Marketinginitiativen vermittelt.</p>	

Den Schwerpunkt bildet die systematische Erarbeitung eines Marketingkonzeptes zum Aufbau und Erhalt echter Wettbewerbsvorteile:

- Analyse der Situation und aktueller Entwicklungen
- Formulieren der Marketingstrategie
- Ableiten des Marketing-Mixes
- Planen der Umsetzung und Steuerung in der Praxis

Im betrieblichen Alltag an Bedeutung gewinnende Aspekte wie Kundenwert, Marke, Design, Online-Marketing, Social Media und interkulturelle Aspekte der internationalen Marktbearbeitung werden – immer aus der Perspektive des Industriegütermarketings – integriert.

Durch zahlreiche Fallbeispiele aus der Praxis und Übungen zu den elementaren Themen wird das theoretisch vermittelte Wissen vertieft.

**Arbeitsaufwände:**

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

**Prüfung : Industriegütermarketing**

Klausur / 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

<p><b>Modul Instationäre Gasdynamik des Fahrzeugmotors</b>  <i>Unsteady Gasdynamic of Vehicle Engines</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15)                  Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Beate Bender</p>	<p>5 LP / 150 h</p>
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b>                  Die Studierenden sollen im Detail folgende Fähigkeiten erwerben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsätzliches Verständnis der Modellbildung bei technischen Berechnungen</li> <li>• Detaillierte Darstellung des In-Cylinder Prozesses</li> <li>• Tiefgehendes Verständnis der instationären kompressiblen Strömung</li> <li>• Kenntnisse der unterschiedlichen Lösungsverfahren</li> <li>• Überblick über Zusatzeinrichtungen an modernen Verbrennungsmotoren (Turboaufladung etc.)</li> </ul> <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts.</li> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung.</li> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften / des Maschinenbaus und kennen Anwendungsbeispiele.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen.</li> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> <li>• Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> </ul>	

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



**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 %

<b>Modul Integrierte Hochdruckverfahren</b> <i>Integrated High-Pressure Methods</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Dr. rer. nat. Sabine Kareth	6 LP / 180 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> </ul>	

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

<b>Prüfung : Klausur</b> Klausur / 60 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %
---

**Beschreibung :**

Ab einer Teilnehmerzahl  $\leq 10$  Teilnehmer kann die Prüfung mündlich durchgeführt werden.

<b>Modul Kernkraftwerkstechnik</b> <i>Nuclear Power Plants Engineering</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marco K. Koch	6 LP / 180 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b>  Die Studierenden kennen : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaktortypen, Reaktorkonzepte und die geschlossene Darstellung der Reaktorsicherheit,</li> <li>• exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung,</li> <li>• modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften</li> <li>• Anwendungsbeispiele und das entsprechende Fachvokabular.</li> </ul> Ferner können die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen fachübergreifend mit geeigneten Methoden lösen,</li> <li>• Erkenntnisse auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen,</li> <li>• komplexe ingenieurtechnische Probleme fachübergreifend modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> </ul> Die Studierenden haben <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden,</li> <li>• vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> </ul> Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Kernkraftwerkstechnik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. Marco K. Koch <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester	4 SWS
<b>Inhalte:</b>  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 %

<p><b>Modul Konstruktion in der Antriebstechnik</b>  <i>Design of Drivetrains</i></p>	
<p>Version 1 (seit WS18/19)                  Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden vertiefen die Inhalte der grundlegenden Vorlesungen zur Konstruktions- und Antriebstechnik und wenden den Lernstoff unter praxisgerechten Bedingungen auf konkrete Beispiele selbst an.</li> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden können Antriebskonzepte nach dem Stand der Technik sowie den Wettbewerbs- und Produktionsbedingungen bewerten sowie optimieren.</li> <li>• Die Studierenden können Konstruktionssoftware im Rahmen eines Entwicklungsprozesses effizient einsetzen.</li> </ul> <p><b>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung.</li> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften/des Maschinenbaus und kennen Anwendungsbeispiele.</li> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> <li>• Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen.</li> <li>• Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> </ul>	

<p><b>Lehrveranstaltungen</b></p>	
<p><b>Konstruktion in der Antriebstechnik</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)</p>	<p>4 SWS</p>

**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 %

<b>Modul Künstliche Intelligenz für vernetzte eingebettete Systeme</b> <i>Artificial intelligence for embedded systems</i>	
Version 1 (seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Martin Mönningmann	3 LP / 90 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> 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.	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Künstliche Intelligenz für vernetzte eingebettete Systeme</b> <b>Lehrformen:</b> Seminar <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. Martin Mönningmann, Dr.-Ing. S. Leonow, Prof. Dr.-Ing. Aydin Sezgin <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Semester	3 SWS
<b>Inhalte:</b> 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.	
<b>Hinweise:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachaufsätze liegen in Englisch vor, Vorträge und Aufsätze können in Deutsch oder Englisch verfasst werden</li> <li>• Bei zweimaliger Teilnahme können 6 CP's gesammelt werden</li> </ul>	
<b>Arbeitsaufwände:</b> - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 80 h Eigenstudium - Präsenzzeit: 10 h Präsenzstudium	
<b>Medienformen:</b> 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)

<p><b>Modul Laserfertigungstechnik</b>  <i>Laser Materials Processing</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15)                  Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Cemal Esen</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><u>Kenntnisse:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen Verfahren zur Lasermaterialbearbeitung- und Veredelung, exemplarisch den Stand moderner Forschung, Anwendungsbeispiele und verfügen über das entsprechende Fachvokabular.</li> </ul> <p><u>Fertigkeiten:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul> <p><u>Kompetenzen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul>	

<p><b>Lehrveranstaltungen</b></p>	
<p><b>Laserfertigungstechnik</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)  <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. Cemal Esen  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p><b>Inhalte:</b>                  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.</p> <p><b>Arbeitsaufwände:</b>                  - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium                  - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium</p>	
<p><b>Literatur:</b>                  1. Hügel, H. Graf, T.: Laser in der Fertigung, Vieweg, Wiesbaden, 2009.</p>	

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

**Prüfung : Laserfertigungstechnik**

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

<b>Modul Lasermesstechnik</b> <i>Laser Metrology</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Andreas Ostendorf	6 LP / 180 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <u>Kenntnisse:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden kennen die gängigen Lasermessverfahren, exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung, Anwendungsbeispiele und verfügen über entsprechendes Fachvokabular.</li> </ul> <u>Fertigkeiten:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul> <u>Kompetenzen:</u> <ul style="list-style-type: none"> <li>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.</li> </ul>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Lasermesstechnik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. Andreas Ostendorf <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester	4 SWS
<b>Inhalte:</b> 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.	
<b>Arbeitsaufwände:</b> - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium	
<b>Literatur:</b>	

- |   |  |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Donges, A.; Noll, R. Lasermesstechnik: Grundlagen und Anwendungen, Hüthig, Heidelberg. 1993.</li><li>2. Eichler, J.; Eichler, H.-J. Laser: Laser- Bauformen, Strahlführung, Anwendungen, Springer, Berlin, 2010.</li><li>3. Bimberg, D. Messtechniken mit Lasern, expert, Ehningen bei Böblingen. 1993</li></ol> |  |
|---|--|

**Prüfung : Klausur**

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

**Beschreibung :**

Bei einer Teilnehmerzahl < 10 erfolgt eine mündliche Prüfung

<b>Modul Luftqualität</b> <i>Air Quality</i>	
Version 1 (seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. M. Petermann	6 LP / 180 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> 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).	

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

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

<p><b>Modul Management und Organisation von Arbeit</b>  <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><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen vertiefte ingenieur- und sozialwissenschaftliche Grundlagen im Bereich des Managements und der Organisation von Arbeit.</li> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich der betrieblich mitbestimmungspflichtigen Aspekte und des Lean Managements modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften / des Maschinenbaus und kennen Anwendungsbeispiele.</li> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> <li>• Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> </ul>	

<p><b>Lehrveranstaltungen</b></p>	
<p><b>1. Management und Organisation von Arbeit - Teil 1</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS)  <b>Lehrende:</b> Dr.-Ing. Christopher Prinz  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester</p>	<p>2 SWS</p>
<p><b>Inhalte:</b>                  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><b>Arbeitsaufwände:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium</li> <li>- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium</li> </ul>	
--	--

<p><b>2. Management und Organisation von Arbeit - Teil 2</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Projekt</p> <p><b>Lehrende:</b> Dr. Manfred Wannöffel</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b></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><b>Arbeitsaufwände:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium</li> <li>- Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium</li> </ul>	2 SWS
--	-------

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

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



<b>Modul Maschinen für die Energiewende</b> <i>Machines for the energy transition</i>	
Version 1 (seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Francesca di Mare	3 LP / 90 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> 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.	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Turbomaschinen, Thermodynamik, Energiewirtschaft	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Maschinen für die Energiewende</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS) <b>Lehrende:</b> Dr.-Ing. Thomas Polklas <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	2 SWS
<b>Inhalte:</b> Die Vorlesung vermittelt einen anwendungsorientierten Überblick über den Einsatz von Turbomaschinen in einer defossilisierten Industrie und Energieversorgung. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbomaschinen in Energiespeicher-Systemen</li> <li>• Turbomaschinen in Industrieprozessen für CO<sub>2</sub>-Nutzung</li> <li>• Verdichter für CCS und CCU-Anwendungen</li> <li>• Power-to-X Anwendungen</li> <li>• Wasserstoff als Energieträger und Strömungsmedium in Turbomaschinen</li> </ul>	
<b>Arbeitsaufwände:</b> - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium	
<b>Literatur:</b> Vorlesungsbegleitende aktuelle Literatur wird bekannt gegeben.	

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

Ab einer Teilnehmerzahl  $\geq 10$  kann die Prüfung schriftlich durchgeführt werden

<b>Modul Masterarbeit</b>	
<i>Master Thesis</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. A. Kilzer	30 LP / 900 h
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>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"> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung.</li> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften/des Maschinenbaus und kennen Anwendungsbeispiele.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> <li>• Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete maschinenbauliche/ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen übertragen.</li> <li>• Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> <li>• Die Studierenden verfügen über erweiterte ausbildungsrelevante Sozialkompetenzen, mit besonderem Fokus auf Selbständigkeit und Eigeninitiative.</li> </ul>	
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>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>	

**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.

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.

<b>Modul Materials for Aerospace Applications</b>	
<i>Materials for Aerospace Applications</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marion Bartsch	6 LP / 180 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b>	
<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>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Materials for Aerospace Applications</b>	4 SWS
<b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)	
<b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. Marion Bartsch	
<b>Sprache:</b> Englisch	
<b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester	
<b>Inhalte:</b>	
<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"> <li>• Loading conditions for components of air- and space crafts (structures and engines)</li> <li>• 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)</li> <li>• Degradation and damage mechanisms of aerospace material systems under service conditions</li> <li>• Characterization and testing methods for materials and joints for aerospace applications</li> <li>• Concepts and methods for lifetime assessment.</li> </ul>	

**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 %

<b>Modul Mechanische Eigenschaften in kleinen Dimensionen</b> <i>Mechanical Properties of Small Scale Systems</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler	3 LP / 90 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen.</li> <li>• Sie haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren somit wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden können hierüber komplexe ingenieurtechnische Probleme lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> <li>• 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.</li> </ul>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Mechanische Eigenschaften in kleinen Dimensionen</b> <b>Lehrformen:</b> Blockseminar <b>Lehrende:</b> Prof. Gerhard Dehm <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	2 SWS
<b>Inhalte:</b> <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>	
<b>Arbeitsaufwände:</b> - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium	

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



<b>Modul Mechanische Grundlagen der Strömungsmaschinen</b> <i>Mechanical Foundations of Turbomachinery</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. rer. nat. Klaus Hackl	3 LP / 90 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung.</li> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften/des Maschinenbaus und kennen Anwendungsbeispiele.</li> <li>• Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts.</li> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> <li>• Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> <li>• Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> </ul>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Mechanische Grundlagen der Strömungsmaschinen</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (1,5 SWS), Übung (0,5 SWS) <b>Lehrende:</b> Dr.-Ing. habil. Philipp Junker <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester	2 SWS
<b>Inhalte:</b> 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

<b>Modul Methoden der integrierten Produktentwicklung</b>	
<i>Techniques of Integrated Product Development</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Beate Bender	6 LP / 180 h
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden sollen im Detail folgende Fähigkeiten erwerben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Analysieren und Bewerten der integrativen Zusammenhänge in Produktentstehungsprozessen (Entwicklung und Herstellung).</li> <li>• Erlernte Entwicklungsmethoden und -werkzeuge (Methodensammlung) flexibel und bedarfsgerecht einsetzen zu können.</li> <li>• Entwicklungsprojekte im Rahmen integrierter Vorgehensweisen (Simultaneous Engineering, Projektmanagement) planen, steuern und prüfen zu können.</li> <li>• Die Potenziale neuer Technologien in fortschrittlichen Anwendungsfeldern des Maschinenbaus zu nutzen.</li> <li>• Marktbedarfe und Wettbewerbskriterien zu ermitteln und zu antizipieren.</li> <li>• Arbeitsweisen und Soft Skills zu trainieren.</li> </ul> <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts.</li> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung.</li> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts etablierte und neue Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften/des Maschinenbaus und Anwendungsbeispiele.</li> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> <li>• Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> </ul>	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Methoden der integrierten Produktentwicklung</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. Beate Bender <b>Sprache:</b> 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 industrienaher 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 %

<b>Modul Offroad Maschinen: Produktverifikation</b>	
<i>Product Verification of Construction Machines</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. J. Scholten	6 LP / 180 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> </ul>	

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

<b>Modul Offroad Maschinen: Systemanalyse</b>	
<i>System-Analysis of Construction Machines</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. J. Scholten	6 LP / 180 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Studierenden wird anhand von Anwendungsbeispielen aus der Praxis der Offroad-Maschinen systemanalytisches Denken in Bezug auf komplexe maschinen- und anwendungstechnische Zusammenhänge näher gebracht.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> </ul>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Offroad-Maschinen: Systemanalyse</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung mit Übung, Exkursion <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. S. Bauer, Prof. Dr.-Ing. A. Katterfeld, Prof. Dr.-Ing. J. Scholten <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	4 SWS
<b>Inhalte:</b> 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 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.

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<p><b>Porous Materials</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)  <b>Lehrende:</b> Jun.-Prof. S. Frerich  <b>Sprache:</b> Englisch  <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b>                      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><b>Arbeitsaufwände:</b>                      - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium                      - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium</p> <p><b>Medienformen:</b>                      Beamer, Overhead-Projektor, Tafelvortrag</p> <hr/> <p><b>Literatur:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Civan, F., Porous media transport phenomena, John Wiley &amp; Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, 2011</li> <li>2. Nield, D.A., Bejan, A., Convection in Porous Media, Springer, New York, 2011</li> <li>3. Stevenson, P. (Ed.), Foam Engineering - fundamentals and engineering, John Wiley &amp; Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, 2012</li> </ol>	<p>4 SWS</p>

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

<b>Modul Process Design</b>	
<i>Process Design</i>	
Version 2 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald	4 LP / 120 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> 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"> <li>• Methoden zur Prozessgestaltung anhand industriell relevanter Beispiele kennenlernen,</li> <li>• diese Methoden in aktuellen Problemen unter Berücksichtigung der Randbedingungen von Prozessintegration und -intensivierung identifizieren,</li> <li>• 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,</li> <li>• Die Studierenden können entsprechende Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> </ul>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Process Design</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS) <b>Lehrende:</b> Dr. Helmut Mothes <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester	3 SWS
<b>Inhalte:</b> 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 %

<b>Modul Produktkonfektionierung in der Lebensmitteltechnologie und Pharmazie</b> <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
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen wesentliche verfahrenstechnische Prozesse, Apparate und Methoden der Produktkonfektionierung und lernen diese gezielt einzusetzen.</li> <li>• Die Studierenden können die gewonnenen Erkenntnisse auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen und wenden diese durch eine vertiefte Methodenkompetenz situativ angepasst an.</li> <li>• Die Studenten werden in besonderem Maße zu vernetztem, interdisziplinären und kreativen Denken angeregt.</li> </ul>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Produktkonfektionierung in Lebensmitteltechnologie und Pharmazie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung mit Übung <b>Lehrende:</b> Jun.-Prof. S. Frerich <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	4 SWS
<b>Inhalte:</b> 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.	
<b>Arbeitsaufwände:</b> - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium	
<b>Medienformen:</b> Beamer, Tafelvortrag	
<b>Literatur:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Heiss, Rudolf: Lebensmitteltechnologie. Biotechnologische, chemische, mechanische und thermische Verfahren der Lebensmittelverarbeitung, Springer Verlag, 1996</li> <li>2. Kessler, Heinz-Gerhard: Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik, Molkereitechnologie, Verlag A. Kessler, 1996</li> </ol>	

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

<b>Modul Prozess- und Umweltmesstechnik</b> <i>Process and Environmental Measuring Technique</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. R. Span	6 LP / 180 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• erlangen einen Überblick über das weite Feld vorhandener Messtechniken und sind in der Lage Unsicherheitseinflüsse in Messgeräten und –techniken zu identifizieren.</li> <li>• besitzen Fähigkeiten Messtechniken in Kombination mit den jeweiligen Anwendungsgebieten zu analysieren.</li> </ul>	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Prozess- und Umweltmesstechnik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) <b>Lehrende:</b> Dr.-Ing. Hans Wilhelm Lösch <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester	4 SWS
<b>Inhalte:</b> 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	
<b>Arbeitsaufwände:</b> - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	
<b>Prüfung : Mündlich</b> Mündlich / ca. 30 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %	

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

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Prozesse der Mechanischen Verfahrenstechnik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. M. Petermann <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	4 SWS
<b>Inhalte:</b> 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	



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

<p><b>Modul Prozessführung und Optimalsteuerung</b>  <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><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kernaspekt ist es, den Studierenden im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Regelungstechnik/der Ingenieurwissenschaften sowie Anwendungsbeispiele zu vermitteln.</li> <li>• Weiterhin wird exemplarisch im Bereich des Studienschwerpunkts der Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung aufgezeigt.</li> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Sie praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken, so dass Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen werden können.</li> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden lernen so vertiefte, ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts kennen.</li> <li>• Die Studierenden können als Nebeneffekt komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> </ul>	

<p><b>Lehrveranstaltungen</b></p>	
<p><b>Prozessführung und Optimalsteuerung</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)  <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. Martin Mönnigmann  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p><b>Inhalte:</b>                  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"> <li>• Einführung in die Optimalsteuerung, Aufgabenklassen (u.a. zeitoptimale Aufgaben, Aufgaben mit und ohne Restriktionen), Aufgaben mit stückweise extremalen Lösungen (Bang-bang-Lösungen)</li> <li>• Klassen und Eigenschaften von Optimierungsaufgaben und zugehörige Lösungsmethoden (lineare, quadratische und nichtlineare Programme mit und ohne Nebenbedingungen, Optimalitätsbedingungen, Konvexität, lokale und globale Optima)</li> <li>• Modellprädiktive Regelung, Stabilität, linear-quadratische Aufgabe</li> </ul>	

- 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><b>Modul Prozesssimulation energietechnischer Anlagen</b>  <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><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden können Leistung und Effizienz von energietechnischen Anlagen beurteilen und Einflussgrößen identifizieren.</li> <li>• Die Studierenden können das Betriebsverhalten von realen oder hypothetischen energietechnischen Anlagen analysieren und bewerten.</li> <li>• Die Studierenden können die Bedeutung anlagenspezifischer Parameter anhand von Parameterstudien beurteilen.</li> <li>• Die Studierenden kennen mathematische und thermodynamische Grundlagen von Simulationsprogrammen.</li> <li>• Die Studierenden können anspruchsvolle Simulationsprogramme anwenden und auf ihre Leistungsfähigkeit hin beurteilen (Vor- und Nachteile, Möglichkeiten und Grenzen).</li> </ul>	

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

<b>Modul Prozesstechnik</b> <i>Process Engineering</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald	6 LP / 180 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren dabei wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden können ihre Erkenntnisse und Fertigkeiten auf konkrete und neue prozesstechnische Problemstellungen übertragen und kritisch bewerten bzw. diskutieren.</li> </ul>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Prozesstechnik</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) <b>Lehrende:</b> Dr.-Ing. Julia Riese <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester	4 SWS
<b>Inhalte:</b> 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.  <b>Arbeitsaufwände:</b> - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	

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

<b>Modul Reaktortheorie</b>	
<i>Reactor Physics</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Marco K. Koch	6 LP / 180 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b>	
Die Studierenden kennen:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• die wesentlichen Aspekte der Kerntechnik und die physikalischen Grundlagen,</li> <li>• exemplarisch den Stand moderner Forschung,</li> <li>• modernste Methoden und Verfahren, Fachvokabular und Anwendungsbeispiele.</li> </ul>	
Ferner können die Studierenden	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen fachübergreifend mit geeigneten Methoden lösen,</li> <li>• Erkenntnisse auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen,</li> <li>• komplexe ingenieurtechnische Probleme fachübergreifend modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> </ul>	
Die Studierenden haben	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden,</li> <li>• vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> </ul>	
Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.	

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



<b>Modul Regenerative Energien</b> <i>Renewable Energies</i>	
Version 2 (seit SS20) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch	6 LP / 180 h
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b> Die Studierenden kennen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die wesentlichen Aspekte zur Stromerzeugung durch solarthermische Photovoltaikanlagen und Windenergiekonverter,</li> <li>• exemplarisch den Stand moderner Forschung,</li> <li>• modernste Methoden und Verfahren, Fachvokabular und Anwendungsbeispiele.</li> </ul> <p>Ferner können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen fachübergreifend mit geeigneten Methoden lösen,</li> <li>• Erkenntnisse auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen,</li> <li>• komplexe ingenieurtechnische Probleme fachübergreifend modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> </ul> <p>Die Studierenden haben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden,</li> <li>• vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> </ul> <p>Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</p>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<p><b>Regenerative Energien</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) <b>Lehrende:</b> Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester</p>	4 SWS
<p><b>Inhalte:</b> 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><b>Arbeitsaufwände:</b> - 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](http://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 %

<b>Modul Schadensanalyse</b> <i>Failure Analysis</i>	
Version 2 (seit SS17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Michael Pohl	4 LP / 120 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Die Fähigkeit von vernetztem und kritischem Denken wird bei der Unterscheidung von herstellungs- und beanspruchungsbedingten Bauteilschäden ausgebaut.</li> <li>• 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.</li> <li>• Sie sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren der systematischen Schadensanalyse auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Des Weiteren werden Abhilfemaßnahmen für die behandelten Problematiken vermittelt.</li> </ul>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Schadensanalyse</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung mit Übung <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. Michael Pohl <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	3 SWS
<b>Inhalte:</b> 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.	
<b>Arbeitsaufwände:</b> - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 90 h Eigenstudium	

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

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

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

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><b>Modul Simulation der Strömung in Turbomaschinen</b>  <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><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen numerische Verfahren aus dem Bereich der Turbomaschinen.</li> <li>• Sie kennen exemplarisch den Stand moderner Forschung, Anwendungsbeispiele und Fachvokabular.</li> </ul> <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen modernste Methoden und Verfahren.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen.</li> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage, etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> </ul>	

<p><b>Lehrveranstaltungen</b></p>	
<p><b>Simulation der Strömung in Turbomaschinen</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)  <b>Lehrende:</b> Dr.-Ing. David Engelmann  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p><b>Inhalte:</b>                  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><b>Modul Simulation reaktiver Strömungen</b>  <i>Simulation of Reactive Flows</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15)                  Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. B. Rogg</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung.</li> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften / des Maschinenbaus und kennen Anwendungsbeispiele.</li> <li>• Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts.</li> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> <li>• Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> <li>• Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> </ul>	

<p><b>Lehrveranstaltungen</b></p>	
<p><b>Simulation reaktiver Strömungen</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)  <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. B. Rogg  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Grundgleichungen</li> <li>• Probleme mit Gasphasenchemie</li> <li>• Probleme mit heterogener Chemie</li> <li>• Kommerzielle Software</li> </ul> <p><b>Arbeitsaufwände:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium</li> <li>- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium</li> </ul> <p><b>Medienformen:</b></p>	



Beamer, Overhead-Projektor, Tafelvortrag

**Literatur:**

1. Robert, B.: Direkte numerische Simulation von reaktiven Zwei-Phasen-Strömungen, GCA 2004

**Prüfung : Simulation reaktiver Strömungen**

Klausur / 120 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

<p><b>Modul Simulationstechnik in der Produktherstellung</b>  <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><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen für die simulationstechnische Betrachtung diverser Problemstellungen im Kontext der Produktherstellung.</li> <li>• Die Studierenden kennen exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung im Bereich der Simulationstechnik und kennen unterschiedliche Simulationstechnologien und -werkzeuge.</li> <li>• Die Studierenden kennen modernste Methoden und Verfahren der Simulation im Kontext der Produktherstellung sowie deren Anwendungsbereiche und -beispiele.</li> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe Problemstellungen abstrahieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> <li>• Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> </ul>	

<p><b>Lehrveranstaltungen</b></p>	
<p><b>Simulationstechnik in der Produktherstellung</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)  <b>Lehrende:</b> Dr.-Ing. Christopher Prinz  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester</p>	<p>4 SWS                  6 LP / 180 h</p>
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>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

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

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Solidification Processing</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) <b>Lehrende:</b> Prof. Dr. I. Steinbach <b>Sprache:</b> Englisch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester	4 SWS
<b>Inhalte:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>· History of metal casing, field of application and economic importance</li> <li>· Shape-, pressure die-, continuous-, precision casting</li> <li>· Directional solidification, rapid solidification, rheo- and tixo casing</li> <li>· Mold material, molding and recycling</li> <li>· Mold filling and heat transfer (radiation and conduction)</li> <li>· Simulation of mold filling, solidification and casting microstructure</li> </ul> <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>	
<b>Arbeitsaufwände:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium</li> <li>- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium</li> </ul>	
<b>Literatur:</b> Kurz W: Fisher D. "Fundamentals of Solidification", Trans Tech Publications Stephanescu D. "Science and Engineering of Casting Solidification", Springer	

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

<b>Modul Strategische kundenorientierte Führung eines Technologieunternehmens</b> <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><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Lernziele:</b></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><b>Kompetenzen:</b></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><b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b></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>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<p><b>Strategische kundenorientierte Führung eines Technologieunternehmens</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS)  <b>Lehrende:</b> Dipl.-Ing. Thomas Conrad  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester</p> <hr/> <p><b>Inhalte:</b>  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"> <li>- Produktstrategie</li> <li>- Portfolioentscheidung</li> <li>- Marketing- und Vertriebsstrategie</li> <li>- Businessplan</li> <li>- Strategieumsetzung und</li> <li>- Controlling</li> </ul> <p><b>Arbeitsaufwände:</b>  - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 100 h Eigenstudium  - Präsenzzeit: 50 h Präsenzstudium</p>	<p>4 SWS</p>
<p><b>Prüfung : Mündlich</b>  Mündlich , Anteil der Modulnote : 100 %  <b>Beschreibung :</b>  Portfolioprüfung: Gruppenpräsentation (40%) und individueller Bericht als Management Review mit kurzem Reflexionsteil (60%)</p>	

<b>Modul Surface Science and Corrosion</b>	
<i>Surface Science and Corrosion</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler	6 LP / 180 h
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p>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"> <li>• Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich Werkstoff-Engineering.</li> <li>• Sie kennen im Bereich ihres Studienschwerpunkts exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung und kennen modernste Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften und Anwendungsbeispiele.</li> <li>• Die Studierenden können komplexe Problemstellungen in physikalischen Systemen mit geeigneten Methoden lösen.</li> <li>• Sie haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren somit wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden können hierüber komplexe ingenieurtechnische Probleme lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> <li>• 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.</li> <li>• 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.</li> </ul>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<p><b>Surface Science and Corrosion</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)</p> <p><b>Lehrende:</b> Prof. Dr. rer. nat. M. Stratmann, Dr. rer. nat. Michael Rohwerder</p> <p><b>Sprache:</b> Englisch</p> <p><b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester</p>	4 SWS
<p><b>Inhalte:</b></p> <p>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 %



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

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Synthese biomechanischer Konstruktionen</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS) <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. Ulrich Witzel <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	2 SWS
<b>Inhalte:</b> 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.	
<b>Arbeitsaufwände:</b> - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium	

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

<b>Modul Technische Innovationen</b> <i>Industrial Innovation</i>	
Version 1 (seit SS19) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. J. Sehrt	6 LP / 180 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden praktizieren systematisches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden erlangen Kenntnisse zur Optimierung eines wirtschaftlichen Betriebs.</li> <li>• Die Studierenden kennen und erkennen komplexe organisatorische Zusammenhänge.</li> <li>• Die Studierenden können ausgewählte Märkte und Produkte nach ihrem wirtschaftlichen Potenzial bewerten.</li> <li>• Die Studierenden können die Relevanz von Entwicklungen bewerten.</li> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden erlangen Werkzeuge, mit denen sich die wettbewerbliche Position eines Betriebs ausbauen lässt.</li> </ul>	

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

- |  |  |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Granig, P.; Hartlieb, E.; Lercher, H. (Hrsg.): Innovationsstrategien – Von Produkten und Dienstleistungen zu Geschäftsmodellinnovationen. 1. Auflage. Springer Gabler Verlag, Wiesbaden, 2014. ISBN: 978-3-658-01031-7</li><li>2. 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</li></ol> |  |
|--|--|

**Prüfung : Klausur**

Klausur / 60 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

<b>Modul Technologie der Polymere</b> <i>Technology of Polymers</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner	4 LP / 120 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen den Stand der ingenieurwissenschaftlichen Forschung im Bereich der Polymertechnologie.</li> <li>• Sie kennen Methoden und Verfahren zur Herstellung, Charakterisierung, und Verarbeitung von Polymeren.</li> <li>• Durch die Veranstaltungskonzeption erwerben die Studierenden eine besondere interdisziplinäre Kompetenz.</li> </ul>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Technologie der Polymere</b> <b>Lehrformen:</b> Blockseminar <b>Lehrende:</b> Prof. Dr.-Ing. L. Kleintjens, Dr. M. Soliman <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester	2 SWS
<b>Inhalte:</b> Nach einer Einführung über polymere Materialien werden folgende Themen behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Polymerisationsprozesse und -reaktionen</li> <li>- Charakterisierung und Struktur von Polymeren</li> <li>- Verarbeitung und Verarbeitungsmaschinen von Polymeren</li> <li>- Heterogene Polymersysteme und Thermodynamik</li> <li>- Mechanische und (visko-)elastische Eigenschaften in der Polymerverfahrenstechnik.</li> </ul>	
<b>Arbeitsaufwände:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Präsenzzeit: 40 h Präsenzstudium</li> <li>- Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 80 h Eigenstudium</li> </ul>	
<b>Medienformen:</b> Beamer, Tafelanschrieb	

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

<b>Modul Turbomaschinen</b>	
<i>Turbomachines</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Francesca di Mare	6 LP / 180 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen den Zusammenhang zwischen Funktionsweise und Geometrie der strömungsführenden Bauteile von Turbomaschinen.</li> <li>• Die Studierenden kennen exemplarisch den Stand moderner Forschung, Anwendungsbeispiele und das entsprechende Fachvokabular.</li> </ul>	
<b>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen (ggf. fachübergreifend) mit geeigneten Methoden lösen.</li> <li>• Die Studierenden haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> <li>• Die Studierenden können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen.</li> </ul>	
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Thermodynamik, Strömungsmechanik, Grundlagen der Fluidenergiemaschinen	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Turbomaschinen</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) <b>Lehrende:</b> Prof. Dr. Francesca di Mare <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	4 SWS
<b>Inhalte:</b> 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 %

<b>Modul Turbulenzmodellierung</b>	
<i>Turbulence Modeling</i>	
Version 1 (seit SS15) Modulverantwortliche/r: Prof. Romuald Skoda	6 LP / 180 h
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen im Bereich der Turbulenzmodellierung modernste Turbulenzmodelle, die in gängigen Strömungssimulationsprogrammen implementiert sind.</li> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenzen erworben und können diese situativ angepasst anwenden sowie auf neue Problemstellungen übertragen.</li> </ul>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Turbulenzmodellierung</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) <b>Lehrende:</b> Prof. Romuald Skoda <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester	4 SWS
<b>Inhalte:</b> 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.	
<b>Arbeitsaufwände:</b> - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 120 h Eigenstudium	

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

<p><b>Modul Ver- und Entsorgungstechnik von Kraftwerken</b>  <i>Handling Systems for Supply and Disposal Streams of Power Plants</i></p>	
<p>Version 1 (seit SS15)                  Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. V. Scherer</p>	<p>6 LP / 180 h</p>
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b>                  Die Studierenden kennen :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die unterschiedlichen Techniken zur Versorgung von Kraftwerken mit den Arbeitsmedien Wasser, Luft und Brennstoff sowie die Entsorgung der anfallenden Reststoffe,</li> <li>• exemplarisch den Stand moderner Forschung,</li> <li>• modernste Methoden, Anwendungsbeispiele und das entsprechende Fachvokabular.</li> </ul> <p>Ferner können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen fachübergreifend mit geeigneten Methoden lösen,</li> <li>• Erkenntnisse auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen,</li> <li>• komplexe ingenieurtechnische Probleme fachübergreifend modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> </ul> <p>Die Studierenden haben</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden,</li> <li>• vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden.</li> </ul> <p>Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</p>	

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

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

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Verschleißschutztechnologie</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS) <b>Lehrende:</b> Dr.-Ing. Sabine Siebert <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	2 SWS
<b>Inhalte:</b> 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.	
<b>Arbeitsaufwände:</b> - Präsenzzeit: 30 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 60 h Eigenstudium	

<b>Prüfung : Klausur</b> Klausur / 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %
---

<b>Modul Vertriebs- und Technologiemanagement</b>	
<i>Sales and Technology Management</i>	
Version 1 (seit SS18) Modulverantwortliche/r: Dr. rer. oec. L. Barrantes	7 LP / 210 h
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <p><b>Zielsetzung:</b></p> <p>Die Studierenden kennen die wesentlichen Grundlagen und Methoden des Vertriebs- und Technologiemanagements. Sie kennen ihren grundsätzlichen Aufbau und können sie in Übungen erfolgreich anwenden.</p> <p>Die Studierenden kennen Grundlagen angrenzender, für den Maschinenbau relevanter Ingenieurwissenschaften und relevante ökonomische und organisatorische Aspekte. Sie kennen wesentliche Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften, verfügen über entsprechendes Fachvokabular und kennen Anwendungsbeispiele. Sie haben die Fähigkeiten zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden.</p> <p>Die Studierenden besitzen umfassende und fundierte Kenntnisse im Bereich des Vertriebswesens und Technologiemanagement. Referenten aus der Praxis legen den Studierenden die Anwendbarkeit und die Praxisrelevanz der Studieninhalte dar.</p> <p>Die Studierenden lernen die wesentlichen Controlling-Werkzeuge der Struktur-, Wirtschaftlichkeits- und Lageanalyse kennen. Die Studierenden kennen die Grundlagen angrenzender, für den Maschinenbau relevanter Ingenieurwissenschaften und relevante ökonomische und organisatorische Aspekte.</p> <p><b>Kompetenzen:</b></p> <p>Die Studierenden verfügen über fachübergreifende Methodenkompetenz. Sie erwerben die Fähigkeit unterschiedliche Methoden und Konzepte des Vertriebs- und Technologiemanagements anwenden zu können sowie eigene Ansätze zu entwickeln und umsetzen. Sie sind mit den auf- und ablauforganisatorischen Gegebenheiten des Vertriebs an der Schnittstelle zu den unternehmensinternen wie -externen Kunden und Lieferanten vertraut.</p> <p>Weiterhin können die Studierenden Themen der Unternehmens-, Kunden- und Konkurrenzanalyse, der Angebotsqualifizierung und Auftragssteuerung und der Umsatzanalyse und Umsatzplanung darstellen. Die Studierenden haben vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz erworben und können diese situativ angepasst anwenden. Die Studierenden verfügen über eine vertiefte Kompetenz, um die Schnittstellenkommunikation zwischen dem Vertrieb und angrenzenden Bereichen zu analysieren, durchzuführen und zu verbessern. Die Studierenden sind befähigt die Vertriebs- und Technologiekonzeptionen auf den Kunden auszurichten.</p>	

<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertriebs- und Servicemanagementmethoden</li> <li>• Praxis des Industriellen Kunden- und Lieferantenmanagements</li> </ul>	
<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<b>Vertriebs- und Technologiemanagement</b> <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) <b>Lehrende:</b> Dr. rer. oec. L. Barrantes, Dr. Ing. Christian Ahlfeld <b>Sprache:</b> Deutsch <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Sommersemester	4 SWS
<b>Inhalte:</b> Die Methoden der Kunden- und Konkurrenzanalyse nehmen einen wichtigen Teil der Veranstaltung ein. Die Kundenerfolgsrechnung, ABC-Analyse und das Scoring-Modell werden theoretisch erarbeitet. Hinzu kommen Kennzahlen und Kennzahlensysteme, die hinsichtlich ihrer Bedeutung für den Vertrieb untersucht werden. Die bis dahin erlangten theoretischen Erkenntnisse werden in Form einer Gruppenarbeit auf ein ausgearbeitetes Planspiel übertragen. Im Rahmen der Gruppenarbeit sind sämtliche Methoden, die bislang im Studium bekannt geworden sind von den Studierenden anzuwenden. Im Anschluss werden zwei Präsentationsphasen die Veranstaltung abschließen. Bei der ersten Präsentationsphase handelt es sich um eine repetitive Aufgabe, wohingegen bei der zweiten Phase eine eigenständige Lösung zu einer unbekanntem Aufgabe durch die Studierenden zu erarbeiten ist. Dabei sollen wiederum bekannte Methoden und neu erlernte Erkenntnisse aus dieser Veranstaltung Anwendung finden. In der Veranstaltung werden zunächst die prozessualen Grundlagen des Technologiemanagements hergeleitet und die wesentlichen strategischen wie operativen Aufgabenschwerpunkte im Überblick dargestellt. Ausgehend von einer zusammenfassenden Wiederholung der für das Technologiemanagement zentralen Begriffe der Technologie und der Innovation sowie ihrer Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen, erfolgt darauf aufbauend eine Einführung in die Grundlagen eines idealisierten Technologiemanagementprozesses, der wiederum den strukturellen Rahmen für die detaillierte Behandlung relevanter Aspekte des strategischen und operativen Technologiemanagements bildet	
<b>Arbeitsaufwände:</b> - Präsenzzeit: 60 h Präsenzstudium - Vor und Nachbereitung (einschl. Prüfung): 150 h Eigenstudium	
<b>Literatur:</b> 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. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Backhaus/Erichson/Plinke/Weiber (2011), Fortgeschrittene Multivariate Analysemethoden, 1. Auflage, Berlin</li> </ul>	

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• Gaubinger, K.; Werani, T.; Rabl, M. (Hrsg.): Praxisorientiertes Innovations- und Produktmanagement. Grundlagen und Fallstudien aus B-to-B-Märkten. 1. Auflage, Gabler Verlag, Wiesbaden (2009)</li><li>• Kühnappel (2013): Vertriebscontrolling, Springer Gabler, 2. Auflage</li><li>• Schuh, G.; Klappert, S. (Hrsg.): Technologiemanagement. Handbuch Produktion und Management 2. 2., vollständig bearbeitete und erweiterte Auflage, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg (2011)</li><li>• Winkelmann (2012): Vertriebskonzeption und Vertriebssteuerung, Vahlen, 5.Auflage</li></ul> |  |
|---|--|

**Prüfung : Klausur**

Klausur / 90 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

**Beschreibung :**

Bonuspunkte möglich

<p><b>Modul Werkstoffe der Energietechnik</b>  <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><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen wichtige ingenieurwissenschaftliche Eigenschaften im Bereich der Hochtemperaturwerkstofftechnik.</li> <li>• Sie kennen exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung und kennen modernste Methoden, Anwendungsbeispiele und das entsprechende Fachvokabular.</li> </ul> <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können komplexe Problemstellungen in physikalischen Systemen mit geeigneten Methoden lösen.</li> <li>• 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.</li> <li>• Die Studierenden können hierüber komplexe ingenieurtechnische Probleme lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> <li>• 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.</li> </ul>	

<p><b>Lehrveranstaltungen</b></p>	
<p><b>Werkstoffe der Energietechnik</b>  <b>Lehrformen:</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS)  <b>Lehrende:</b> Dr. rer. nat. Ch. Somsen  <b>Sprache:</b> Deutsch  <b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester</p>	<p>4 SWS</p>
<p><b>Inhalte:</b>                  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 %

<b>Modul Werkstoffe der biomedizinischen Technik u. bionische Materialforschung</b> <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
<b>Lernziele/Kompetenzen:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen Anforderungen an Werkstoffe für die Verwendung als Implantat und die Nutzung von bionischen Ansätzen bei der Entwicklung neuer Werkstoffe und Werkstoffverbunden.</li> <li>• Sie kennen exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung und die modernsten Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften / des Maschinenbaus mit Anwendungsbeispielen.</li> <li>• Sie haben die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken ausgebaut und sind in der Lage etablierte Methoden und Verfahren auszuwählen und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken und können komplexe ingenieurtechnische Probleme (ggf. fachübergreifend) modellieren und lösen, sowie eigene Ansätze entwickeln und umsetzen.</li> <li>• 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.</li> </ul>	

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



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

**Prüfung : Klausur**

Klausur / 180 Minuten , Anteil der Modulnote : 100 %

<b>Modul Übungen zu Fortgeschrittene Transmissionselektronenmikroskopie</b>	
Version 1 (seit WS16/17) Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler	3 LP / 90 h
<p><b>Lernziele/Kompetenzen:</b></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>	

<b>Lehrveranstaltungen</b>	
<p><b>Übungen zu Fortgeschrittene Transmissionselektronenmikroskopie</b></p> <p><b>Lehrformen:</b> Blockseminar</p> <p><b>Lehrende:</b> Dr.-Ing. Christian Liebscher</p> <p><b>Sprache:</b> Deutsch</p> <p><b>Häufigkeit des Angebots:</b> jedes Wintersemester</p>	2 SWS
<p><b>Inhalte:</b></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 %