



Fakultät Maschinenbau  
*fortschritt studieren*

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

RUB

## RUHR – UNIVERSITÄT BOCHUM FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU

Bachelor-Studiengang  
Maschinenbau  
PO 2021

Modulhandbuch

Gültig ab Wintersemester 2022/23

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.

10.10.2022

# Stellenwert der Modulnote für die Endnote

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

FAK = 1,5 für alle Module aus dem Studienabschnitt Ingenieurwissenschaftliche Anwendungen

FAK = 2,0 für die Bachelorarbeit

FAK = 1,0 für Module aus allen anderen Studienabschnitten

DIV = 228,5

---

# Module

Apparatebau.....	10
Bachelor-Arbeit mit (Zwischen-)Präsentation.....	12
CFD in der Praxis.....	14
Computermethoden in der Mechanik.....	16
Einführung in Matlab.....	18
Einführung in die Materialmodellierung.....	20
Elektronenmikroskopie und Röntgenbeugung.....	22
Elektrotechnik.....	24
Energieumwandlungssysteme.....	25
Energiewirtschaft.....	27
Entwicklungsprojekt Formula Student RUB Motorsport.....	29
Fertigungsautomatisierung.....	31
Fertigungsverfahren.....	33
Flugtriebwerkskonzepte.....	35
Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik.....	37
Fortgeschrittene Methoden der Steuerungstechnik.....	39
Fortgeschrittene Strömungsmechanik.....	41
Foundations of Materials Simulation.....	43
Funktionswerkstoffe.....	45
Grundlagen der Additiven Fertigung.....	47
Grundlagen der Automatisierungstechnik.....	49
Grundlagen der FEM.....	51
Grundlagen der Fluidenergiemaschinen.....	53
Grundlagen der Informatik und Programmierung.....	56
Grundlagen der Maschinendynamik und Antriebstechnik.....	58
Grundlagen der Messtechnik mit Praktikum.....	60
Grundlagen der Regelungstechnik.....	62
Grundlagen der Strömungsmechanik.....	64
Grundlagen der Thermodynamik.....	66
Grundlagen der Verfahrenstechnik.....	68
Grundlagen des Kfz-Antriebsstranges.....	70
Hochdruckverfahrenstechnik.....	72
Höhere Festigkeitslehre.....	74
Höhere Mathematik A.....	76

---

# Inhaltsverzeichnis

---

Höhere Mathematik B.....	78
Höhere Mathematik C.....	80
Industrial Management.....	82
Interdisziplinäre Aspekte im Arbeitsschutz.....	85
Konstruktionstechnik A.....	87
Konstruktionstechnik B.....	89
Konstruktionstechnik C.....	91
Konstruktionstechnik D.....	93
Kälte- und Wärmepumpentechnik.....	95
Lasieranwendungen in der Materialforschung und Mikrotechnik.....	97
Leichtmetalle und Verbundwerkstoffe.....	99
Maschinenbau in der Praxis (Ringvorlesung).....	101
Maschinendynamik.....	103
Materials Processing I+II: Pulvermetallurgie und Beschichtungstechnik.....	105
Mechanik A (BI-02/UI-02).....	107
Mechanik B (BI-07).....	109
Mechanik C (BI-P03).....	111
Mechanische Verfahrenstechnik.....	113
Mechatronische Systeme.....	115
Menschenzentrierte Robotik.....	117
Mikrosensoren und -aktoren.....	119
Naturwissenschaftliche Grundlagen (Physik, Chemie).....	121
Numerische Gasdynamik - Grundlagen.....	123
Numerische Mathematik.....	126
Polymere Werkstoffe und Formgedächtnislegierungen.....	128
Praktikum.....	130
Prozessthermodynamik.....	132
Renewable Energy Systems.....	134
Softwaretechnik im Maschinenbau.....	136
Stoffumwandlung in der chemischen Industrie.....	138
Sustainable Product and Business Development.....	140
Technical English for Mechanical Engineering.....	142
Technische Optik.....	144
Technische Verbrennung.....	146
Thermische Kraftwerke.....	148
Variational Calculus and Tensor Analysis (CE-WP01/VCTA).....	150

---

Vernetzte Produktionssysteme.....	151
Virtuelle Produktmodellierung und -visualisierung.....	153
Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Mikrosystemtechnik.....	155
Werkstoffe: Grundlagen und Anwendung.....	157
Werkstoffeigenschaften.....	160
Werkstoffrecycling.....	162
Werkstofftechnik.....	164
Werkstoffwissenschaft.....	167
Werkzeugtechnologien I+II.....	169
Wissenschaftliches Schreiben und Projektarbeit.....	171
Wärme- und Stoffübertragung.....	173

---

# Übersicht nach Modulgruppen

## 1) Mathematisch/Naturwissenschaftliche Grundlagen B.Sc. MB, ECTS: 31

Höhere Mathematik A (8 ECTS, jedes Wintersemester).....	76
Höhere Mathematik B (8 ECTS, jedes Sommersemester).....	78
Höhere Mathematik C (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	80
Naturwissenschaftliche Grundlagen (Physik, Chemie) (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	121
Numerische Mathematik (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	126

## 2) Ingenieurwissenschaftliche Grundlagen B.Sc. MB, ECTS: 94

Fertigungsverfahren (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	33
Konstruktionstechnik B (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	89
Werkstoffe: Grundlagen und Anwendung (8 ECTS, siehe Lehrveranstaltung(en)).....	157
Konstruktionstechnik C (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	91
Grundlagen der Regelungstechnik (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	62
Konstruktionstechnik A (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	87
Grundlagen der Strömungsmechanik (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	64
Wärme- und Stoffübertragung (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	173
Elektrotechnik (7 ECTS, jedes Sommersemester).....	24
Grundlagen der Thermodynamik (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	66
Grundlagen der Messtechnik mit Praktikum (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	60
Grundlagen der Informatik und Programmierung (10 ECTS, jedes Semester).....	56
Maschinenbau in der Praxis (Ringvorlesung) (2 ECTS, jedes Semester).....	101
Mechanik A (BI-02/UI-02, 9 ECTS, jedes Wintersemester).....	107
Mechanik B (BI-07, 8 ECTS, jedes Sommersemester).....	109
Mechanik C (BI-P03, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	111

## 3) Ingenieurwissenschaftliche Anwendungen B.Sc. MB, ECTS: 41

Apparatebau (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	10
CFD in der Praxis (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	14
Computermethoden in der Mechanik (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	16

---

Einführung in die Materialmodellierung (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	20
Elektronenmikroskopie und Röntgenbeugung (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	22
Energieumwandlungssysteme (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	25
Energiewirtschaft (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	27
Fertigungsautomatisierung (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	31
Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	37
Fortgeschrittene Methoden der Steuerungstechnik (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	39
Fortgeschrittene Strömungsmechanik (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	41
Funktionswerkstoffe (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	45
Grundlagen der Additiven Fertigung (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	47
Grundlagen der Automatisierungstechnik (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	49
Grundlagen der FEM (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	51
Grundlagen der Fluidenergiemaschinen (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	53
Grundlagen der Maschinendynamik und Antriebstechnik (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	58
Grundlagen der Verfahrenstechnik (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	68
Grundlagen des Kfz-Antriebsstranges (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	70
Hochdruckverfahrenstechnik (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	72
Höhere Festigkeitslehre (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	74
Kälte- und Wärmepumpentechnik (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	95
Konstruktionstechnik D (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	93
Laseranwendungen in der Materialforschung und Mikrotechnik (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	97
Leichtmetalle und Verbundwerkstoffe (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	99
Maschinendynamik (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	103
Materials Processing I+II: Pulvermetallurgie und Beschichtungstechnik (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	105
Mechanische Verfahrenstechnik (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	113
Mechatronische Systeme (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	115
Mikrosensoren und -aktoren (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	119
Numerische Gasdynamik - Grundlagen (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	123
Polymere Werkstoffe und Formgedächtnislegierungen (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	128
Prozessthermodynamik (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	132

---

Renewable Energy Systems (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	134
Softwaretechnik im Maschinenbau (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	136
Stoffumwandlung in der chemischen Industrie (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	138
Technische Optik (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	144
Technische Verbrennung (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	146
Thermische Kraftwerke (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	148
Variational Calculus and Tensor Analysis (CE-WP01/VCTA, 5 ECTS, jedes Wintersemester).....	150
Vernetzte Produktionssysteme (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	151
Virtuelle Produktmodellierung und -visualisierung (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	153
Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Mikrosystemtechnik (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	155
Werkstoffeigenschaften (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	160
Werkstoffrecycling (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	162
Werkstofftechnik (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	164
Werkstoffwissenschaft (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	167
Werkzeugtechnologien I+II (5 ECTS, jedes Semester).....	169

#### **4) MINT Module B.Sc., ECTS: 5**

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

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

Einführung in Matlab (6 ECTS, jedes Wintersemester).....	18
Entwicklungsprojekt Formula Student RUB Motorsport (6 ECTS, jedes Wintersemester).....	29
Flugtriebwerkskonzepte (3 ECTS, jedes Sommersemester).....	35
Foundations of Materials Simulation (3 ECTS, jedes Wintersemester).....	43
Interdisziplinäre Aspekte im Arbeitsschutz (5 ECTS, jedes Sommersemester).....	85
Menschenzentrierte Robotik (6 ECTS, jedes Sommersemester).....	117
Sustainable Product and Business Development (6 ECTS, jedes Semester).....	140

#### **5) Nichttechnische Anwendungen B.Sc. MB, ECTS: 10**

Industrial Management (5 ECTS, jedes Wintersemester).....	82
---	----

#### **6) Nicht-MINT Module B.Sc.**

---



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

Technical English for Mechanical Engineering (5 ECTS, )..... 142

**7) Fachwissenschaftliche Arbeiten B.Sc. MB, ECTS: 20**

Wissenschaftliches Schreiben und Projektarbeit (8 ECTS, jedes Semester)..... 171

Bachelor-Arbeit mit (Zwischen-)Präsentation (12 ECTS, jedes Semester)..... 12

**8) Berufspraktische Ausbildung B.Sc. MB, ECTS: 14**

Praktikum (14 ECTS, )..... 130

---

<b>Apparatebau</b>					
Apparatus Engineering					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Apparatebau			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Marcus Petermann					
a) Prof. Dr.-Ing. Marcus Petermann, Dr.-Ing. Stefan Pollak					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• verfügen die Studierenden über vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich Apparatebau und grundlegende Kenntnisse über die wesentlichen Apparatetypen für die Konditionierung von Einsatzstoffen und Stoffströmen.</li> <li>• kennen die Studierenden die wichtigsten Grundlagen der Förder- und Dosierorgane für Flüssigkeiten, Gase und Feststoffe und können diese zur Dimensionierung von Anlagen einsetzen.</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, die theoretischen Grundlagen der Wärmetechnik auf die Berechnung von Wärmeüberträgern anzuwenden</li> <li>• haben die Studierenden die Fähigkeit erlangt, technische Zeichnungen zu lesen und zu interpretieren sowie daran Problemstellungen zu diskutieren.</li> <li>• können die Studierenden rechnerische Bestimmung von Behälterwandstärken, Flanschdicken etc. für Apparate unter erhöhten Drücken und Temperaturen ausführen und beherrschen die Berechnung von Zerteilungsvorgängen von Flüssigkeits- und Gasströmen in Tropfen und Blasen.</li> <li>• sind die Studierenden mit den Grundzügen der Regelwerke AD und VDI-Wärmeatlas vertraut und können sie zur Lösung ingenieurtechnischer Probleme anwenden.</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, für den Anwendungsfall geeignete Apparate auszuwählen, zu konstruieren und im Lichte der Aspekte Sicherheit und Ressourcen verantwortlich zu beurteilen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
<p>Apparate sind Komponenten zur Erfüllung verfahrenstechnischer Grundoperationen in Chemie- und Energieanlagen. Eine wesentliche Aufgabe des Apparatebaus ist die rechnerische Beherrschung der Materialbeanspruchung durch hohe Drücke und Temperaturen. Die Apparatedimensionierung wird auf der Grundlage der Berechnungsvorschriften der Arbeitsgemeinschaft Druckbehälter vermittelt. Der innere Aufbau und die Funktion wesentlicher Apparatetypen für Verfahrensschritte wie Mischen, Dispergieren, Homogenisieren, Zentrifugieren, Fraktionieren etc. werden beschrieben. Dabei spielt die Zerteilung von Flüssigkeits- und Gasströmen eine besondere Rolle. Berechnungsgrundlagen von Wärmeübertrager und die Vorstellung von Anlagenkomponenten wie Pumpen und Verdichtern ergänzen die Vorlesung. Im Hinblick auf einen störungsfreien und wartungsarmen Betrieb ist es wichtig, Grundregeln der Konstruktion zu beherrschen und in die Gestaltung des jeweiligen Apparates bzw. der Gesamtanlage einfließen zu lassen. Auch dies ist daher Bestandteil der Vorlesung.</p>					

---

<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Übung (1 SWS) / Vorlesung (3 SWS) / Englisch
<b>Prüfungsformen</b> • Klausur 'Apparatebau' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
<b>Verwendung des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• B.Sc. Maschinenbau</li><li>• B.Sc. Umweltingenieurwesen</li><li>• B.Sc. Sales Engineering and Product Management</li></ul>
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18). DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>Bachelor-Arbeit mit (Zwischen-)Präsentation</b>					
Bachelor Thesis					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 12 LP	<b>Workload</b> 360 h	<b>Semester</b> 7. Sem.	<b>Dauer</b> 0,5 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Bachelorarbeit			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b> a) 360 h	<b>Turnus</b> a) jedes Sem.
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr.-Ing. Andreas Kilzer a) Prof. Dr.-Ing. Andreas Kilzer					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Die Module aus dem 1. bis 4. Semester des Bachelor-Studiengangs Maschinenbau an der Ruhr-Universität Bochum sind bestanden.					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Die Bachelorarbeit soll zeigen, dass die Kandidatin bzw. der Kandidat in der Lage ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine anspruchsvolle Fragestellung unter Anwendung der im Bachelorstudium erworbenen Kenntnisse und Methoden selbstständig zu bearbeiten.  Die Bachelorarbeit verfolgt die folgenden übergeordneten Zielsetzungen.  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden wenden fachübergreifende ggf. interdisziplinäre Methodenkompetenz an.</li> <li>• Erkenntnisse und Fertigkeiten werden auf konkrete ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen übertragen. Dabei werden Grundlagen des Maschinenbaus und des gewählten Schwerpunktes unter Berücksichtigung aktueller Forschung und modernster Methoden angewendet</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) Die Bachelorarbeit ist eine schriftliche Prüfungsarbeit. Die Bearbeitungszeit beträgt in der Regel drei Monate. Eine vorzeitige Abgabe nach frühestens zwei Monaten ist zulässig. Die Themenstellung aus dem Bachelor-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. Bearbeitet werden sowohl theoretische als auch experimentelle Aufgaben. 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>Lehrformen / Sprache</b> a) Abschlussarbeit / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschlussarbeit 'Bachelorarbeit' (360 Std., Anteil der Modulnote 100 %)</li> <li>• Zwischen oder Abschlusspräsentation (ca. 30 Minuten)</li> </ul>					

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Abschlussarbeit
- Bestandene Zwischen- oder Abschlusspräsentation

**Verwendung des Moduls**

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

**Stellenwert der Note für die Endnote**

Anteil an der Gesamtnote [%] =  $12 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

Die Bachelorarbeit kann auch in englischer Sprache verfasst werden.

<b>CFD in der Praxis</b>					
CFD in Practice					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) CFD in der Praxis			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Marco K. Koch					
a) Dr.-Ing. David Engelmann, Prof. Dr.-Ing. Marco K. Koch, Prof. Dr. Francesca di Mare, Prof. Romuald Skoda, Prof. Dr.-Ing. Michael Scherer, Dr.-Ing. Siegmart Wirtz					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Studierenden die grundlegende Arbeitsweise mit dem frei verfügbaren CFD-Programm OpenFOAM sowie der kommerziellen Software ANSYS CFX ,</li> <li>• wenden die Studierende die Software an,</li> <li>• können die Studierenden mittels OpenFOAM bzw. ANSYS CFX verschiedene Strömungsformen analysieren.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kurze Vorstellung der Lehrstühle / Arbeitsgruppen</li> <li>• kurze Vorstellung der behandelten Themen bzw. Beispiele und Solver</li> <li>• Erläuterungen zur Linux-Umgebung; Einrichtung einer virtuellen Linux-Umgebung in Windows</li> </ul>					
a)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solver: OpenFOAM</li> <li>• Einführung in OpenFOAM (Erstellen der eigenen Simulation von Grund auf, Auswerten der Simulationsergebnisse)</li> <li>• Simulation und Analyse von Rohrströmung -&gt; Ausblick: Komplexe Phänomene im Kühlkreislauf kerntechnischer Anlagen</li> <li>• Simulation und Analyse von Wärmeübertragungsvorgängen -&gt; Ausblick: Kühlbarkeit von innovativen Reaktorkonzepten mit passiver Nachwärmeabfuhr</li> </ul>					
b)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solver: OpenFOAM</li> <li>• Erläuterung der Praxisrelevanz der Umströmung stumpfer Körper</li> <li>• 2D-Zylinderumströmung bei verschiedenen Reynoldszahlen, Vergleich stationäre und instationäre Simulation</li> <li>• Analyse laminarer und turbulenter Strömungsformen</li> <li>• Auswertungen: Optische Darstellung der Strömung z.B. durch Movies, zeitl. Verlauf der Beiwerte (Cl, Cw), zeitl. Verlauf und Ablösefrequenz sowie Vgl. mit Messdaten</li> </ul>					
c)					

- Solver OpenFOAM
- partikelbeladene Strömungen (aerodynamische Staubabscheidung)
- Grundprinzip Euler-Lagrange-Kopplung, Partikelsinkgeschwindigkeiten, Widerstandsbeiwerte, Einfluss der Beladung, Kopplung mit Strömungsturbulenz, repräsentative Partikel, Partikelcluster
- Beispielgeometrie definieren, Daten zu Partikel- und Stoffeigenschaften beschaffen, Berechnungsfall aufsetzen, Berechnungen durchführen, Gitterunabhängigkeit prüfen, Ergebnisse auswerten, Statistiken der Partikelbewegung extrahieren, Visualisierung mit Paraview

d)

- Solver: ANSYS-CFX
- instationäre und kompressible Strömung (in 2D), Laval-Düse oder Bump-Testfall, Ausbildung von Verdichtungsstößen bei hohen Geschwindigkeiten
- Vergleich mit Messdaten oder analytischen Werten
- Vorgehen: Einführung in den Strömungscode, Netzerstellung mittels ICEM-CFD, Import Netz sowie Vorgabe der Randbedingungen und Iterationsparameter im Pre-Processor, Iterationsvorgang, Auswertung der numerischen Rohdaten im Post-Processor
- Unterschied zu OpenFOAM erläutern

**Lehrformen / Sprache**

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

**Prüfungsformen**

- Praktikum 'CFD in der Praxis' ( <Ohne>
- Studienbegleitende Aufgaben: 2 benotete praktische Übungsaufgaben (Anteil an der Modulnote 100 %) Anwesenheitspflicht (90% Anwesenheit zum Bestehen)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

- Bestandene Modulabschlussprüfung: 2 bestandene praktische Übungsaufgaben
- Ausreichende Anwesenheit

**Verwendung des Moduls**

BSc. Maschinenbau

**Stellenwert der Note für die Endnote**Anteil an der Gesamtnote [%] =  $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ 

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Computermethoden in der Mechanik</b>					
Computer Methods in Applied Mechanics					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Computermethoden in der Mechanik			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani					
a) Dr.-Ing. U. Hoppe					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: Mechanik A,B					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Die Studierenden					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• können einfache lineare sowie nichtlineare Differentialgleichungen (GDGL/ODE) mittels geeigneter Programmsysteme algorithmisch umsetzen sowie numerisch lösen. Sie sind mit numerischen Lösungsstrategien (Newton-Raphson, Linearisierung, diskreter Fouriertransformation, Optimierungsalgorithmen) vertraut und kennen deren wesentliche Genauigkeits- und Stabilitätseigenschaften.</li> <li>• können mathematisch formulierte Probleme der Mechanik mit Hilfe des Computers lösen und sind in der Lage, die erzielten Ergebnisse textlich wie grafisch mittels diverser Tools ansprechend zu präsentieren.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• In dieser Veranstaltung werden die Studierenden an computergestützte Methoden herangeführt, die zur Modellierung, Berechnung, Auswertung und Dokumentation von typischen Ingenieur Anwendungen in der Mechanik eingesetzt werden.</li> <li>• Hierbei kommen numerische Software (z. B. MATLAB), höhere Programmiersprachen (z. B. JULIA), sowie Dokumentations- und Präsentationssoftware (z. B. LATEX) zum Einsatz. Die Veranstaltung wird im CIP-Pool durchgeführt, wo die Studierenden das Erlernte direkt am Computer nachvollziehen und selbstständig weiterbearbeiten können.</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur 'Computermethoden in der Mechanik' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %, Prüfung am Computer, oder mündliche Prüfung (Die Prüfungsform wird je nach Teilnehmerzahl am Anfang eines jeden Semesters festgelegt))</li> </ul>					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur bzw. mündliche Prüfung</li> </ul>					
<b>Verwendung des Moduls</b>					
BSc Maschinenbau					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>					



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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

---

**Sonstige Informationen**

Veranstaltungsbegleitende Prüfung am Computer

<b>Einführung in Matlab</b>					
Introduction to Matlab					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 6 LP	<b>Workload</b> 180 h	<b>Semester</b> 5. Sem.	<b>Dauer</b> Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Einführung in Matlab			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS (60 h)	<b>Selbststudium</b> a) 0 h	<b>Turnus</b> a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr.-Ing. Martin Mönningmann a) Prof. Dr.-Ing. Martin Mönningmann, Dr.-Ing. S. Leonow					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erlernen Grundkenntnisse der interaktiven Nutzung und Programmierung der Software Matlab.</li> <li>• Die Studierenden kennen wesentliche Methoden und Verfahren, die in Matlab zur Verfügung stehen und kennen Anwendungsbeispiele aus dem Bereich der Ingenieurwissenschaften/des Maschinenbaus.</li> <li>• Sie sind in der Lage ingenieurtechnische Probleme in Matlab zu modellieren und zu lösen.</li> <li>• Die gewonnenen Erkenntnisse und Fertigkeiten können auf konkrete Problemstellungen des Maschinenbaus übertragen werden.</li> <li>• Die Studierenden beherrschen spezielle Aspekte der Programmierung in Matlab.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interaktive Nutzung des Arbeitsbereiches, Nutzung als integrierte Entwicklungsumgebung, Datei- und Verzeichnisstruktur, Matlab-Pfad, Nutzung von Toolboxen</li> <li>• Einführung in die typischen Datenstrukturen in Matlab, Vektoren, Matrizen und Arrays, Besonderheiten bei der Indizierung</li> <li>• Einfache Sprachelemente zur Programmierung: Funktionen, Schleifen, Verzweigungen, Fehler und Fehlerbehandlung, Skripte</li> <li>• Grafik und Visualisierung, Plotten von Funktionen in zwei und drei Dimensionen, Grafiken zur Darstellung von Statistiken</li> <li>• Einlesen, Verarbeiten und Visualisierung von Daten, Regression</li> <li>• Programmierung mit Funktionen, Variablentypen, S-Funktionen, Einbinden von C-Code, inline Funktionen</li> <li>• Elemente der objektorientierten Programmierung, Kapselung von Daten, Setter und Getter, Vererbung</li> <li>• Einführung in Simulink</li> <li>• Einführung in ausgewählte Toolboxen</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur 'Klausur' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)</li> </ul>					

---

<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>
<b>Verwendung des Moduls</b> keine Angabe
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Anteil an der Gesamtnote [%] = $6 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18). DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>Einführung in die Materialmodellierung</b>					
Introduction to Materials Modeling					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	6. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Einführung in die Materialmodellierung			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani					
a) Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: Mechanik B, Grundlagen der FEM					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Die Studierenden					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• verfügen über grundlegende Kenntnisse der physikalischen Grundlagen von Festkörpern</li> <li>• können Materialien mit einfachen Materialmodellen aus verschiedenen Klassen mathematisch beschreiben</li> <li>• verstehen den Umgang mit internen Variablen und sind in der Lage, die zugehörigen Evolutionsgleichungen numerisch zu implementieren.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung 3D Elastizitätslehre</li> <li>• Rheologische Modelle – Einführung</li> <li>• Viskoelastizität</li> <li>• Plastizität</li> <li>• Schädigungsmechanik</li> <li>• Materialpunkt-Implementierung</li> <li>• Finite-Elemente-Implementierung</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
• Klausur 'Einführung in die Materialmodellierung' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %, oder mündliche Prüfung (30 Minuten). Die Prüfungsform wird je nach Teilnehmerzahl am Anfang eines jeden Semesters festgelegt.)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur bzw. mündliche Prüfung					
<b>Verwendung des Moduls</b>					
MSc Bauingenieurwesen					
MSc Maschinenbau					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>					
Anteil an der Gesamtnote [%] = 5 * 100 * FAK / DIV					

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

---

**Sonstige Informationen**

---

<b>Elektronenmikroskopie und Röntgenbeugung</b>					
Electron Microscopy and X-Ray Diffraction					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	6. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Elektronenmikroskopie und Röntgenbeugung			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler					
a) Dr. rer. nat. Christoph Somsen					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage,					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• unterschiedliche Beugungsmethoden anzuwenden, um (einfache) Kristallstrukturen und deren Gitterparameter zu bestimmen.</li> <li>• Beugungsdaten zu analysieren, um evtl. Texturen und Eigenspannungen zu ermitteln.</li> <li>• Einkristall-Beugungsdaten zu analysieren, um kristallographische Orientierungen zu ermitteln.</li> <li>• Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen zu beurteilen und Elemente der Mikrostruktur zu bewerten.</li> <li>• die stereographische Projektion anzuwenden, um hiermit z.B. die Lage von kristallographischen Richtungen zu analysieren.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
Dieses Modul vermittelt die Grundlagen der Elektronenmikroskopie und Röntgenbeugung und wird durch praktische Übungen ergänzt. Insbesondere wird ein Hauptaugenmerk gelegt auf folgende Themenbereiche:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen im Bereich der Kristallographie, wie der Aufbau kristalliner und amorpher Stoffe, Bravais-Gitter, das reziproke Gitter und die stereographische Projektion</li> <li>• Erzeugung und Eigenschaften von Strahlung</li> <li>• Grundprinzipien der Röntgendiffraktometrie und der Rasterelektronenmikroskopie, wobei auf das Verständnis der Wechselwirkung zwischen Teilchenstrahlen bzw. elektromagnetischer Strahlung und Festkörpern Wert gelegt wird</li> <li>• Beugungsmethoden, wie Laue-Verfahren, Debye-Scherrer Verfahren und Pulverdiffraktometrie</li> <li>• Identifikation und chemische Analyse von Phasen</li> <li>• Quantitative Beschreibung von Werkstoffgefügen, insbesondere das Bestimmen von Texturen, oder von Eigenspannungen und von Bestandteilen der Mikrostruktur von Werkstoffen</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (1 SWS) / Vorlesung (3 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
• Klausur 'Elektronenmikroskopie und Röntgenbeugung' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					

**Verwendung des Moduls**

- BSc Maschinenbau
- BSc Sales Engineering and Product Management
- BSc Materialwissenschaften

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Elektrotechnik</b>					
Electrical Engineering					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	7 LP	210 h	4. Sem.	Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Elektrotechnik und elektrische Antriebe			a) 6 SWS (90 h)	a) 120 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Peter Awakowicz					
a) Dr.-Ing. Gerhard Roll					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse der Differential- und Integralrechnung, Kenntnisse der Vektorrechnung, Kenntnisse der komplexen Rechnung					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Kernaussagen der Maxwellschen Theorie.</li> <li>• Die Studierenden nutzen die Methoden zur Analyse linearer Netzwerke in komplexer Darstellung.</li> <li>• Die Studierenden können Einsatzmöglichkeiten elektrischer Maschinen bewerten</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a) Elektrostatik, Gleichstromlehre, Elektromagnetismus, Induktion, Ausbreitung von Feldern, Gleichstrommaschinen, Ausgleichsvorgänge an einfachen linearen Schaltungen, Wechselstromlehre, Wechselstromlehre für variable Frequenzen, Drehstromlehre, Transformatoren, Magnetisches Drehfeld, Synchronmaschinen, Asynchronmotoren, Grundzüge elektronischer Halbleiterschaltetelemente.					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (4 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
• Klausur 'Elektrotechnik und elektrische Antriebe' (150 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b>					
BSc. Maschinenbau					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>					
Anteil an der Gesamtnote [%] = $7 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$					
FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).					
DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.					
<b>Sonstige Informationen</b>					



<b>Energieumwandlungssysteme</b>					
Energy Conversion Systems					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Energieumwandlungssysteme			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch					
a) Dr.-Ing. Julian Röder					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Die Studierenden verfügen über grundlegende Kenntnisse ausgewählter Energieanlagen und -systeme auf dem Stand der Praxis und der modernen Forschung. Sie können das entsprechende Fachvokabular interpretieren und anwenden.					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen Studierende die allgemeinen physikalisch-technischen Grundlagen der Energieumwandlung und deren technische Realisierung,</li> <li>• nutzen Studierende die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken sowie die fachübergreifende Methodenkompetenz,</li> <li>• analysieren Studierende mit geeigneten Methoden modellierte Problemstellungen,</li> <li>• beurteilen Studierende die Erkenntnisse und übertragen diese auf konkrete ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau, Funktion und Stand ausgewählter Energieanlagen und -systemen</li> <li>• Ausgewählte Beispiele: Kraft-Wärme-Kopplung (KWK), Kesselanlagen, Brennstoffzellensysteme, Dampfkraft- und GuD-Kraftwerke, Kernkraftwerke, solarthermische Kollektoren/ Photovoltaik, Geothermie</li> <li>• Rechenbeispiele</li> <li>• Energiewirtschaftliche Randbedingungen und Potentiale der besprochenen Techniken</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (1 SWS) / Vorlesung (3 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
• Klausur 'Energieumwandlungssysteme' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %, Präsenz oder Online)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• BSc. Maschinenbau</li> </ul>					

- BSc. Sales Engineering and Product Management

---

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

---

**Sonstige Informationen**

---

<b>Energiewirtschaft</b>					
Energy Economics					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	6. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Energiewirtschaft			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch					
a) Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls, sind die Studierenden in der Lage,					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• grundlegende Begriffe des energiewirtschaftlichen Fachvokabulars zu definieren.</li> <li>• grundlegende Zusammenhänge der Energiewirtschaft entlang der Energetischen Reihe zu erklären.</li> <li>• Größenordnungen von Ressourcen und Reserven der wesentlichen Primärenergieträger zu benennen sowie technische Randbedingungen und Prozesse im Rahmen der Förderung und Nutzung zu erklären.</li> <li>• wesentliche Eigenschaften der Wertschöpfungsketten und Märkte für ausgewählte Primär-, Sekundär- und Endenergieträger erklären.</li> <li>• aktuelle Entwicklungen im Rahmen der Transformation des Energiesystems selbst beurteilen zu können.</li> </ul>					
Dabei erwerben sie					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• vertiefte, auch interdisziplinäre Methodenkompetenz und</li> <li>• die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken.</li> </ul>					
Die Studierenden praktizieren erste Ansätze wissenschaftlichen Lernens und Denkens und können					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sich komplexe Problemstellungen in technischen Systemen strukturiert erschließen und fachübergreifend mit geeigneten Methoden lösen,</li> <li>• Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete systemtechnische Problemstellungen übertragen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Definitionen und naturwissenschaftlich-technische Grundlagen</li> <li>• Primärenergie <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gasförmige Energieträger</li> <li>- Flüssige Energieträger</li> <li>- Feste Energieträger</li> <li>- Kernenergie</li> </ul> </li> </ul>					

- Regenerative Energien
- Treibhausgasemissionen
- Sekundär- und Endenergie
  - Elektrizität
  - Wärme
  - Wasserstoff
- Energietransport und -speicherung
- Digitalisierung der Energiewirtschaft

Die begleitende Übung vertieft den Stoff durch Rechenaufgaben.

---

**Lehrformen / Sprache**

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

---

**Prüfungsformen**

- Klausur 'Energiewirtschaft' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %, Präsenz oder Online)

---

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

---

**Verwendung des Moduls**

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

---

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

---

**Sonstige Informationen**

---

<b>Entwicklungsprojekt Formula Student RUB Motorsport</b>					
Development Project Formula Student RUB Motorsport					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	6 LP	180 h	5. Sem.	Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Entwicklungsprojekt Formula Student - RUB Motorsport			a) 2 SWS (30 h)	a) 150 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Andreas Kilzer a) Prof. Dr.-Ing. Andreas Kilzer					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
<p>Die Studierenden übernehmen eine Entwicklungsaufgabe am Fahrzeug. (Fahrzeug spezifizieren) (Beispiele: Sitz, etc). Kern der Veranstaltung ist die Fahrzeugentwicklung (bei RUB Motorsport) zur Teilnahme an internationalen Konstruktionswettbewerben der Formula Student.</p> <p>Ziel der Formula Student ist der Gewinn von detaillierten praktischen Erfahrungen im Ingenieursberuf und Erweiterung des Wissens in Entwicklung und Fertigung eines Rennwagens unter Berücksichtigung von wirtschaftlichen Aspekten. Die durchgeführten Komponentenentwicklungen werden umfangreich dokumentiert und im Anschluss präsentiert.</p> <p>Allgemeine Ziele und Kompetenzen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden wenden im Studium gelerntes Wissen an und erweitern dieses selbstständig, um eine Entwicklungsaufgabe im Bereich Formula Student / Motorsport durchzuführen</li> <li>• Die Studierenden wenden die ingenieurstechnische Grundbildung auf komplexe Problemstellung an</li> <li>• Die Studierenden haben interdisziplinäres Arbeiten gelernt, soziale Kompetenzen entwickelt und Erfahrungen in Entwicklungsprojekten gesammelt</li> <li>• Die Studierenden verstehen die eigenständige Organisation von Arbeit unter engen zeitlichen Vorgaben</li> <li>• Die Studierenden festigen dabei Fähigkeiten in Projektmanagement, Sozialkompetenzen, Dokumentation</li> </ul> <p>Voraussetzung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gefestigte Ingenieurskenntnisse in Bereich Mechanik, Werkstoffe, Fertigungstechnik</li> <li>• Grundkenntnisse im CAD</li> <li>• Hohe Motivation und Leistungsbereitschaft</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
<p>a)</p> <p>Die Veranstaltung besteht aus vier Komponenten:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erfahrene (ehemalige) Mitglieder unterstützen durch Vorträge über im Motorsport relevante Themen und geben Einblicke in die Formula Student oder der Fahrzeugentwicklung</li> </ol>					

2. Entwicklungsprojekt: Jedes Mitglied entwickelt in einer Hausarbeit ein Teilsystem des Fahrzeugs, dabei wird jede Komponente nur einmal vergeben. Koordination mit anderen Komponentenverantwortlichen liegt in der Verantwortung der Studierenden. Die durchgeführte Entwicklung wird dokumentiert und abschließend nach anfangs definierten Anforderungen bewertet.
3. Präsentation: Nach Fertigstellung der Entwicklung wird die durchgeführte Entwicklung und das Ergebnis vorgestellt und bewertet.
4. Umsetzung: Nach der Entwicklung wird das Fahrzeug gefertigt und mit diesem an den Wettbewerben am Hockenheimring und ähnliches teilgenommen. Die Fertigung und die Eventteilnahme sind dabei optional, vom Team aber erwünscht.

Anmerkung: Die Anzahl der Teilnehmer ist auf 30 begrenzt.

---

**Lehrformen / Sprache**

a) Deutsch

---

**Prüfungsformen**

- Hausarbeit 'Entwicklungsprojekt Formula Student - RUB Motorsport' (150 Std., Anteil der Modulnote 100 %, Prüfungsleistung: Schriftliche Dokumentation der eigenen Entwicklung und deren Ergebnis: 100 %  
Freiwillige Zusatzleistung: Präsentation, ca. 15-minütige Präsentation mit anschließender Diskussion der Ergebnisse (Zusatzleistung geht nicht in die Note ein))

---

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

---

**Verwendung des Moduls**

keine Angabe

---

**Stellenwert der Note für die Endnote**

Anteil an der Gesamtnote [%] =  $6 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

---

**Sonstige Informationen**

---

<b>Fertigungsautomatisierung</b>					
Manufacturing Automation					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	6. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Fertigungsautomatisierung			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter					
a) Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Die vorherige erfolgreiche Teilnahme am Modul Grundlagen der Automatisierungstechnik ist keine Voraussetzung, aber ggf. hilfreich.					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
<p>Aufbauend auf den in den Grundlagen der Automatisierungstechnik vermittelten Kenntnissen lernen die Studierenden vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich der automatisierten Fertigungsverfahren mit bahngesteuerten Werkzeugen kennen. Dabei sollen vier zentrale Lernziele auf Modulebene erreicht werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen den technischen Aufbau, die Einsatzmöglichkeiten sowie Vor- und Nachteile von unterschiedlichen Automatisierungskomponenten. Dieses Wissen können die Studierenden anwenden, um für einen Fertigungsprozess geeignete Automatisierungskomponenten auszuwählen.</li> <li>• Für Roboter/Bewegungsautomaten können kinematische Ketten abgeleitet und die Koordinatensysteme der einzelnen Achsen dargestellt werden. Es können Koordinatentransformationen von der Basis bis zum Endeffektor abgeleitet und ein Steuerungsprogramm entworfen werden.</li> <li>• Bei Greiftechnik können die Studierenden die wirkenden Kräfte und Beschleunigungen ermitteln. Zudem können Greifer in Bezug auf deren Wirkprinzipien analysiert werden.</li> <li>• Für gegebene Fertigungsprobleme können die Studierenden eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung erstellen sowie Kosten und Risiken ableiten. Zudem können bekannte Lösungen auf andere Automatisierungsprobleme übertragen und geeignete Lösungskonzepte geplant werden.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
<p>a)</p> <p>In der Veranstaltung werden zunächst unterschiedliche Fertigungsverfahren (z. B. Roboter in der spanenden Fertigung, Roboter in Umformprozessen) vorgestellt. Im Fokus stehen dabei die Automatisierungsmöglichkeiten der jeweiligen Verfahren. Anhand von praxisnahen Beispielen werden die spezifischen Anforderungen an die Automatisierung herausgearbeitet. Nachfolgend werden Roboter/ Bewegungsautomaten diskutiert. Dabei wird das gesamte Spektrum vom Aufbau unterschiedlicher Getriebe, über einzelne Gelenke bis zum Aufbau von Industrierobotern behandelt und es werden Vor- und Nachteile der einzelnen Automaten, bspw. in Bezug auf deren Genauigkeit, erarbeitet. Ein weiterer Abschnitt behandelt die für Werkzeugmaschinen und Roboter wichtigen Wegmesssysteme.</p>					

Mit Blick auf eine vollständige Fertigungsautomatisierung wird im Anschluss auf Materialfluss- und Ordnungseinrichtungen sowie auf Endeffektoren eingegangen. Dabei liegt ein Fokus auf der Greiftechnik, welche eine Handhabung von Werkstücken ermöglicht und gemäß der Vielfalt an Werkstücken ein großes Spektrum an unterschiedlichen Greifprinzipien und entsprechenden Umsetzungen bietet. Im Weiteren werden unterschiedliche Fertigungskonzepte und -systeme diskutiert. Dabei werden sowohl Gründe und Möglichkeiten für die Automatisierung erläutert als auch Vor- und Nachteile unterschiedlicher Fertigungslösungen aus technischer und wirtschaftlicher Sicht abgeleitet. Die einzelnen Aspekte werden anhand realer Beispiele verdeutlicht.

**Lehrformen / Sprache**

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

**Prüfungsformen**

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

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

BSc. Maschinenbau

BSc. Sales Engineering and Product Management

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**



<b>Fertigungsverfahren</b> Manufacturing Processes					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	2. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Fertigungslehre			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter a) Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: Die Studierenden benötigen grundlegende ingenieurwissenschaftliche Kenntnisse zur Berechnung von Kräften, Spannungen, und Drücken.					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen Studierende das Funktionsprinzip verbreiteter Fertigungsverfahren der Ur- und Umformtechnik, des Trennens, des Fügens, des Beschichtens und der additiven Fertigung.</li> <li>• sind Studierende in der Lage die Anwendbarkeit und Wirtschaftlichkeit der unterrichteten Fertigungstechnologien zur Fertigung verschiedenartiger Bauteile zu beurteilen.</li> <li>• können Studierende die Qualität von Bauteilen anhand von statistischen Kenngrößen bewerten.</li> <li>• sind Studierende in der Lage den Ablauf verschiedener Fertigungsprozesse durch die Berechnung relevanter Prozessparameter zu planen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
<p>a)</p> <p>Im Rahmen der Lehrveranstaltung werden zunächst Anforderungen an moderne Produktionssysteme definiert. So wird ersichtlich, dass für ein erfolgreiches Bestehen im Wettbewerb Innovationen nicht nur im Produkt, sondern auch in den Herstellprozessen erforderlich sind. Die Lehrveranstaltung vermittelt deshalb einen umfassenden Überblick sowohl über bereits etablierte, als auch über neuartige innovative Fertigungsverfahren und aktuelle Trends in der Fertigung. Dabei werden insbesondere generative Fertigungstechnologien (Urformverfahren), unterschiedliche Massiv- und Blechumformverfahren, trennende Fertigungsverfahren (Zerspanung) ausführlich dargestellt. Darüber hinaus wird ein umfangreicher Einblick in die rasant wachsenden additiven Fertigungsverfahren wie dem 3D-Druck gegeben. Die Lehrveranstaltung beinhaltet neben den ingenieurwissenschaftlichen Aspekten dieser Fertigungsverfahren auch eine Vorlesung zur Qualitätssicherung in der Fertigung, um Aussagen über die Prozesssicherheit der Produktionsprozesse treffen zu können.</p> <p>Vorträge von Gastreferenten aus Industrie und Forschung zeigen praxisnahe Anwendungsbeispiele auf und ergänzen somit die Lehrveranstaltung. Im Zuge von Führungen durch die Lern- und Forschungsfabrik werden die Vorlesungsinhalte an realen Fertigungsanlagen demonstriert.</p>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
• Klausur 'Fertigungslehre' (150 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					

<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>
Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
<b>Verwendung des Moduls</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• BSc Maschinenbau</li><li>• BSc Sales Engineering and Product Management</li></ul>
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>
Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18). DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>Flugtriebwerkskonzepte</b>					
Jet Engine Concepts					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 3 LP	<b>Workload</b> 90 h	<b>Semester</b> 5. Sem.	<b>Dauer</b> Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Flugtriebwerkskonzepte			<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS (30 h)	<b>Selbststudium</b> a) 60 h	<b>Turnus</b> a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr. Francesca di Mare a) Dr.-Ing. Andreas Döpelheuer					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen Eigenschaften heutiger und zukünftiger Triebwerkskonzepte 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.</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>Inhalte</b> a) Eigenschaften heutiger und zukünftiger Triebwerkskonzepte (zweiwellige Triebwerke, dreiwellige Triebwerke, Ultrahochbypasstriebwerke mit einem Fan (Konventionell / Getriebefan / Open Rotor), Ultrahochbypasstriebwerke mit zwei Fans (gegenläufig ummantelt / gegenläufiger Open Rotor), Triebwerkskonzepte mit Zwischenkühler und Rekuperator, Triebwerkskonzepte mit variablem Kreisprozess, revolutionäre Triebwerkskonzepte)  Konzeptübergreifende Aspekte (Emissionsentstehung und Reduktionspotenzial (inklusive Umweltaspekte und alternative Kraftstoffe), Lärmentstehung und Reduktionspotenzial, Überschallanwendungen, Integrations- und Missionsaspekte)					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündlich 'Flugtriebwerkskonzepte' (30 Min., Anteil der Modulnote 100 %, Ab einer Teilnehmerzahl größer 10 kann die Prüfung auch schriftlich durchgeführt werden.)</li> </ul>					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
<b>Verwendung des Moduls</b>					

keine Angabe

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik</b>					
Advanced Automatic Control					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 5 LP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 5. Sem.	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS (60 h)	<b>Selbststudium</b> a) 90 h	<b>Turnus</b> a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr.-Ing. Martin Mönningmann a) Dr.-Ing. Günter Gehre					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Eine vorherige erfolgreiche Teilnahme am Modul Grundlagen der Regelungstechnik wird empfohlen.					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind die Studierenden in der Lage, Mehrgrößensysteme mittels Übertragungsfunktionsmatrizen zu beschreiben und Entkopplungs- und Autonomisierungsprobleme bei Mehrgrößensystemen zu erkennen und zu lösen.</li> <li>• können die Studierenden lineare Systeme mittels Zustandsraumdarstellung beschreiben und analysieren.</li> <li>• können die Studierenden Systemeigenschaften wie Stabilität, Steuerbarkeit und Beobachtbarkeit prüfen und Regelungen mittels Zustandsvektorrückführung entwerfen.</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, Optimalregler auf Basis der Riccati-Gleichung zu entwickeln und Polzuweisungsverfahren zum Reglerentwurf einzusetzen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung von Mehrgrößensystemen mittels Übertragungsfunktionsmatrizen</li> <li>• Entkopplungs- und Autonomisierungsproblem bei Mehrgrößensystemen</li> <li>• Zustandsraummethode zur Beschreibung linearer Mehrgrößensysteme</li> <li>• Analyse von Mehrgrößensystemen im Zustandsraum</li> <li>• Analyse und Synthese mittels der Wurzelortskurvenmethode</li> <li>• Stabilität, Beobachtbarkeit, Steuerbarkeit, Ähnlichkeitstransformationen</li> <li>• Entwurf von Regelungen mittels Zustandsvektorrückführung</li> <li>• Optimalregler auf Basis der Riccati – Gleichung</li> <li>• Polzuweisungsverfahren</li> <li>• Einführung in die Beobachtertheorie</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> • Klausur 'Fortgeschrittene Methoden der Regelungstechnik' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					

<b>Verwendung des Moduls</b>
BSc. Maschinenbau
BSc. Sales Engineering and Product Management
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>
Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$
FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).
DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>Fortgeschrittene Methoden der Steuerungstechnik</b>					
Advanced Control Engineering					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 5 LP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 6. Sem.	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Fortgeschrittene Methoden der Steuerungstechnik			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS (60 h)	<b>Selbststudium</b> a) 90 h	<b>Turnus</b> a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr.-Ing. Martin Mönningmann a) Dr.-Ing. S. Leonow					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Eine vorherige erfolgreiche Teilnahme am Modul Grundlagen der Regelungstechnik wird empfohlen.					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind die Studierenden in der Lage, verschiedene Arten von Steuerungen zu unterscheiden und kennen die Grundlagen der technischen Realisierungen von Logik-Gattern und Halbleiterschaltungen.</li> <li>• können die Studierenden kombinatorische Schaltungen analysieren und bewerten sowie Methoden zum Entwurf und zur Minimierung implementieren.</li> <li>• verfügen Studierende über Kompetenzen, Diagnosen kritischer Laufzeiteffekte vorzunehmen und Schaltungen zur Behebung kritischer Laufzeiteffekte zu entwerfen.</li> <li>• können die Studierenden sequentielle Steuerungen analysieren und identifizieren und mit Hilfe moderner Beschreibungsmittel klassifizieren und beschreiben.</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, umfangreiche Analysemethoden für Zustands-automaten anzuwenden und den Aufbau, die Funktion und die Programmierung von speicherprogrammierbaren Steuerungen wiederzugeben.</li> <li>• verfügen die Studierenden über die Fähigkeit zu vernetztem und wissenschaftlichem Denken, so dass sie dieses auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen und kompetent hierzu (auch in englischer Sprache) kommunizieren können.</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, sich selbst in ihrem Lernprozess zu organisieren, digitale Medien für ihr Studium zu nutzen und sich mit Arbeitsgruppen (auch digital) zu vernetzen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) Die unterrichteten Methoden und Werkzeuge schließen an die Grundlagen der Steuerungstechnik, die im Bachelor-Studium unterrichtet wurden, an. Im Einzelnen werden die folgenden Themen behandelt: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Grundbegriffe, Arten der Steuerung</li> <li>• Grundlagen der technischen Realisierung von Logik-Gattern und Transistorschaltungen</li> <li>• Kombinatorische Schaltungen: Grundzüge der Schaltalgebra, Karnaugh-Veitch- Diagramm, Funktionsplan, Entwurf kombinatorischer Schaltungen, erweiterte Methoden zur Minimierung kombinatorischer Schaltungen</li> <li>• Diagnose und Abhilfe bei kritischen Laufzeiteffekten (Logik- und Funktions hazards)</li> </ul>					

- Sequentielle Steuerungen: Schaltwerke, Speicher und Flip-Flops, Ablaufsteuerungen, Freifolgesteuerungen und deren technische Realisierung
- Moderne Beschreibungsmittel für sequentielle Steuerungen: Steuerungssynthese mittels Zustandsautomaten, Funktionsplänen, Petrinetzen, Statecharts. Einführung verschiedener Darstellungsformen für diese Werkzeuge.
- Umfangreiche Analysemethoden für Zustandsautomanten (Äquivalenzklassen, Minimierung) und Petrinetze (Zustandsgleichung, Graphen, Invarianten, Lebendigkeitsbegriff)
- Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS): Aufbau, Funktion, Beschreibung und Programmierung von SPS nach IEC 61131

**Lehrformen / Sprache**

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

**Prüfungsformen**

- Klausur 'Fortgeschrittene Methoden der Steuerungstechnik' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

BSc. Maschinenbau

BSc. Sales Engineering and Product Management

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**



<b>Fortgeschrittene Strömungsmechanik</b>					
Advanced Fluidmechanics					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 5 LP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 6. Sem.	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Fortgeschrittene Strömungsmechanik			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS (60 h)	<b>Selbststudium</b> a) 90 h	<b>Turnus</b> a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Romuald Skoda a) Prof. Romuald Skoda					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Empfohlene Vorkenntnisse: Grundlagen der Strömungsmechanik, Mechanik und Mathematik dringend empfohlen					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach der Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden in der Lage, vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen sowie exemplarisch den Stand moderner ingenieurwissenschaftlicher Forschung im Bereich der Strömungsmechanik zu verstehen. Sie können komplexe mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen mit geeigneten Methoden analysieren. Darüber hinaus können die Studierenden mit ihrer erworbenen, vertieften Methodenkompetenz situativ angepasst Lösungen für komplexe strömungsmechanische Problemstellungen entwickeln.					
<b>Inhalte</b> a) - Einführung - Grundgleichungen strömender Fluide - Ähnliche Strömungen - Schleichende Strömungen - Wirbelsätze - Potentialströmungen inkompressibler Fluide - Laminare Grenzschichten - Turbulente Grenzschichten - Grenzschichtablösung					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> • Klausur 'Fortgeschrittene Strömungsmechanik' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b> B.Sc. Maschinenbau					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).					

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

Vorlesungsbegleitende Unterlagen (Umdruck, Übungsmaterial) werden zur Verfügung gestellt und weiterführende Literatur wird bekannt gegeben.

<b>Foundations of Materials Simulation</b>					
Foundations of Materials Simulation					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 3 LP	<b>Workload</b> 90 h	<b>Semester</b> 5. Sem.	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Foundations of Materials Simulation			<b>Kontaktzeit</b> a) 3 SWS (45 h)	<b>Selbststudium</b> a) 45 h	<b>Turnus</b> a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr. I. Steinbach a) PD Dr. rer. nat. Volker Mohles					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> keine					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Programming in the computing language C with an emphasis on numerical computation</li> <li>• Basic Numerical methods like differentiation, integration,...</li> <li>• Simple simulation methods in simple (school) physics based on ordinary and partial differential equations</li> <li>• Atomistic and mesoscopic materials simulations</li> <li>• Evaluations of simulated data</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Planet trajectories</li> <li>• Molecular dynamics</li> <li>• Monte-Carlo simulations: Ferromagnetism, diffusion</li> <li>• Heat conduction, sound waves</li> <li>• String under tension / dislocations</li> <li>• For all simulations, basic working code examples are provided and explained. They include visual output, so that these examples can be played with on Windows, Mac or Linux. In the exercises, the code examples are to be extended such that physical interpretations are enabled.</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Übung (1 SWS) / Übung / Englisch					
<b>Prüfungsformen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mündlich 'Foundations of Materials Simulation' (30 Min., Anteil der Modulnote 100 %, The students are to explain the purpose and implementation of their own code extensions. Ideally, the code fits the purpose and works correctly.)</li> </ul>					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung					
<b>Verwendung des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MSc. Maschinenbau</li> <li>• MSc. Materials Science and Simulation</li> </ul>					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Anteil an der Gesamtnote [%] = 3 * 100 * FAK / DIV					

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

---

**Sonstige Informationen**

---

<b>Funktionswerkstoffe</b>					
Functional Materials					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 5 LP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 6. Sem.	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Funktionswerkstoffe			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS (60 h)	<b>Selbststudium</b> a) 90 h	<b>Turnus</b> a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig a) Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Es werden keine formalen Teilnahmevoraussetzungen gemacht. Die Vorlesung baut aber auf Grundlagenvorlesungen im Bereich Werkstoffe und Microengineering auf.					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die materialwissenschaftlichen Grundlagen von Funktionswerkstoffen.</li> <li>• Die Studierenden können die wichtigsten Funktionswerkstoffklassen, ihre Effekte und Materialbeispiele benennen.</li> <li>• Die Studierenden können entscheiden, welche Funktionswerkstoffe für welche Anwendungen sinnvoll eingesetzt werden können.</li> <li>• Sie erlernen Fachvokabular, kennen aktuelle Anwendungsbeispiele und können diese analysieren.</li> <li>• Die Studierenden erwerben eine fachübergreifende Methodenkompetenz und können Fertigkeiten auf konkrete ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen übertragen.</li> <li>• Im Rahmen der Übungen praktizieren die Studierenden wissenschaftliches Lernen und Denken und übertragen die Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue</li> <li>• Problemstellungen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) Funktionswerkstoffe spielen in vielen Bereichen der Technik eine große Rolle. Insbesondere im Zuge der voranschreitenden Miniaturisierung von Bauteilen kommt ihnen im Rahmen der Funktionsintegration eine hohe Bedeutung zu. Funktionswerkstoffe können Energie wandeln und sind daher Grundlage u.a. für Sensor- und Aktorbauteile, sowohl in der Mikrosystem- und Nanotechnologie als auch im allgemeinen Maschinenbau und darüber hinaus. Weiterhin werden auch Materialien zur Energieträgererzeugung, Energiewandlung und -speicherung wie z.B. Batteriematerialien als Funktionswerkstoffe betrachtet. Behandelt werden folgende Funktionswerkstoffe hinsichtlich ihrer materialwissenschaftlichen Grundlagen und technischen Anwendungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor- und Aktorwerkstoffe</li> <li>• magnetische Werkstoffe</li> <li>• piezoelektrische Werkstoffe</li> <li>• Formgedächtniswerkstoffe</li> <li>• multiferroische Werkstoffe (insbesondere magnetische Formgedächtniswerkstoffe)</li> <li>• thermoelektrische Werkstoffe</li> </ul>					

- multifunktionale Werkstoffe (Smart Materials)
- kalorische Werkstoffe
- optische Werkstoffe (klassisch und chemo-, thermo-, elektrochrom)
- Werkstoffe für solare Energiewandlung und Energieträgerproduktion
- Batteriematerialien

---

**Lehrformen / Sprache**

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

---

**Prüfungsformen**

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

---

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

---

**Verwendung des Moduls**

- BSc. Maschinenbau
- BSc. Sales Engineering and Product Management
- BSc. Materialwissenschaft

---

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

---

**Sonstige Informationen**

---

<b>Grundlagen der Additiven Fertigung</b>					
Fundamentals of Additive Manufacturing					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Grundlagen der Additiven Fertigung			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Jan Sehrt					
a) Prof. Dr.-Ing. Jan Sehrt					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• unterscheiden die Studierenden verschiedene additive Fertigungsverfahren</li> <li>• ordnen die Studierenden verschiedene additive Fertigungsverfahren ihren jeweiligen Prozesskategorien zu</li> <li>• passen die Studierenden Bauteilkonstruktionen vor dem Hintergrund der Anforderungen additiver Fertigungsverfahren an</li> <li>• implementieren die Studierenden additive Fertigungsverfahren in die Wertschöpfungskette</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
Die Vorlesung Grundlagen der Additiven Fertigung adressiert die Verfahrensgrundlagen zur schichtweisen Herstellung von Bauteilen. Als Teil der Prozesskette behandelt die Vorlesung zunächst die Generierung der Fertigungsdaten (Preprocessing), bestehend aus der Datenaufbereitung, Datenvorbereitung und Datenverarbeitung. Es folgt die Beschreibung, Erläuterung und Diskussion der wichtigsten, heute kommerziell verfügbaren Schichtbauverfahren. Hierzu zählen u. a. die Verfahren Stereolithografie, Laser-Sintern, Laser-Strahlschmelzen, Fused Layer Modeling, Multi Jet Modeling, 3D-Printing, Layer Laminated Manufacturing und das Digital Light Processing. Einen weiteren Bestandteil der Vorlesung umfassen die dem eigentlichen Bauprozess nachgelagerten Prozessschritte (Postprocessing), u. a. die notwendige Nachbearbeitung additiv hergestellter Bauteile. Die Vorlesung wird durch Übungen ergänzt, die das theoretische Wissen der Studierenden vertiefen und überdies die Additive Fertigung praxisbezogen veranschaulichen.					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
• Klausur 'Grundlagen der Additiven Fertigung' (60 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• BSc. Maschinenbau</li> <li>• BSc. Sales Engineering and Product Management</li> </ul>					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>					

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

---

**Sonstige Informationen**

---



<b>Grundlagen der Automatisierungstechnik</b>					
Fundamentals of Automation Technology					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Grundlagen der Automatisierungstechnik			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter					
a) Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
<b>Zielsetzung:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden sollen in der Lage sein, aktuelle Entwicklungen und Trends in der Automatisierungstechnik darzulegen sowie Entwicklungsprozesse für automatisierte technische Systeme erläutern und die entsprechenden Entwicklungsmethoden anwenden zu können.</li> <li>• Sie sollen durch Absolvieren des Kurses in die Lage gebracht werden, das Funktionsprinzip und den Hardware-Aufbau einer SPS darzulegen und Automatisierungsaufgaben im Bereich der SPS- und NC-Programmierung mit methodischer Vorgehensweise zu bearbeiten.</li> <li>• Zudem sollen sie die Kenntnisse erlangen, Robotersysteme für den Einsatz in unterschiedlichen Automatisierungsaufgaben kritisch zu bewerten, geeignete Systeme auszuwählen sowie Sicherheitsrisiken der Automatisierungstechnik zu beurteilen.</li> </ul>					
<b>Kenntnisse:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen wesentliche Methoden und Verfahren der Ingenieurwissenschaften / des Maschinenbaus, verfügen über entsprechendes Fachvokabular und kennen Anwendungsbeispiele.</li> <li>• Die Studierenden kennen vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen im Bereich ihres Studienschwerpunkts.</li> </ul>					
<b>Fertigkeiten:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren erste Ansätze wissenschaftlichen Lernens und Denkens.</li> <li>• Die Studierenden können ingenieurtechnische Probleme modellieren und lösen.</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> </ul>					
<b>Kompetenzen:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über fachübergreifende Methodenkompetenz.</li> <li>• Die Studierenden können Erkenntnisse / Fertigkeiten auf konkrete maschinenbauliche / ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen übertragen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					

Die Vorlesung „Grundlagen der Automatisierungstechnik“ (GdA) stellt die Themen der industriellen Automatisierung mit dem Fokus auf der Industrierobotik dar. Grundlegende Anwendungsgebiete, wie der Einsatz von Industrierobotik in Lackierstraßen oder Schweißapplikationen, werden neben der historischen Entwicklung der Automatisierungstechnik aufgezeigt. Ein Schwerpunkt der Vorlesung sind die in Bezug auf Automatisierungsaufgaben häufig genutzten Steuerungen mittels SPS und NC/CNC. Neben der Erläuterung des Hardwareaufbaus und des Funktionsprinzips einer SPS werden in vorlesungsbegleitenden Übungen eigene SPS-Programme erstellt. Innerhalb der Steuerungen spielt die Signalverarbeitung von der Erfassung der Sensorsignale über die Verarbeitung und Ausgabe sowie die Art der Kommunikation der Daten untereinander eine wesentliche Rolle. Weiterhin werden innerhalb der Vorlesung Projektabläufe und Planungen von beispielhaften automatisierten Prozessen mit den Studierenden erarbeitet. Einen weiteren Schwerpunkt der Vorlesungs- und Übungseinheiten bilden die vermittelten Grundlagen zur industriellen Robotik. Dabei wird zunächst die Entwicklung der Industrierobotik dargelegt. Des Weiteren werden die wesentlichen Bestandteile eines Robotersystems gelehrt und verschiedene Industrierobotertypen und deren Einsatzgebiete in der Automatisierungstechnik vorgestellt. Die prinzipielle Funktionsweise von Robotersteuerungen wird in weiteren Vorlesungs- und Übungseinheiten vertieft. Die Lehrveranstaltung schließt mit einer Einführung in die Grundlagen der Kommunikationstechnik, Sensorik und Sicherheitstechnik im Themenfeld der Automatisierung ab. Die Inhalte der Vorlesung bereiten Studierende auf die Arbeit als Automatisierungsingenieur vor. Vorträge von Gastreferenten aus Industrie und Forschung zeigen praxisnahe Anwendungsbeispiele aus der Automatisierungstechnik auf und ergänzen somit die Lehrveranstaltung. Übungen dienen der weiteren Vertiefung des gelesenen Lehrstoffes.

**Lehrformen / Sprache**

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

**Prüfungsformen**

• Klausur 'Grundlagen der Automatisierungstechnik' (180 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

- B.Sc. Maschinenbau
- B.Sc. Sales Engineering and Product Management

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Grundlagen der FEM</b>					
Foundations of the Finite Element Method					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 5 LP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 5. Sem.	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Grundlagen der FEM			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS (60 h)	<b>Selbststudium</b> a) 90 h	<b>Turnus</b> a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani a) Prof. Dr. rer. nat. K. Hackl, Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Empfohlene Vorkenntnisse: Mechanik A + B, Mathematik im Bachelor-Studium					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• erwerben Kenntnisse der Finiten-Elemente Methode und sind in der Lage geeignete Elementtypen sowie Diskretisierungen für unterschiedliche Problemstellungen zu identifizieren bzw. zu konstruieren</li> <li>• können kommerzielle Software kompetent für klassische Probleme des Ingenieurbaus zum Einsatz bringen</li> <li>• werden in die Lage versetzt, eigene Elementroutinen zu programmieren bzw. in kommerzielle Software zu implementieren</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Tensorrechnung und Kontinuumsmechanik kleiner Verzerrungen</li> <li>• Variationsprinzipien</li> <li>• Galerkin-Verfahren</li> <li>• Methodik der finiten Elemente</li> <li>• Dreidimensionale Stabwerkselemente und Assemblierungsoperator</li> <li>• Darstellung in Flächen- und Volumenkoordinaten</li> <li>• Isoparametrisches Konzept</li> <li>• Numerische Integration</li> <li>• Weitergehende Elementtypen wie Balken und Platten</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> • Klausur 'Grundlagen der FEM' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %, oder Mündliche Prüfung (30 Minuten). Die Prüfungsform wird je nach Teilnehmerzahl am Anfang eines jeden Semesters festgelegt.)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur bzw. mündliche Prüfung</li> </ul>					
<b>Verwendung des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BSc. Maschinenbau</li> </ul>					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$					

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

---

**Sonstige Informationen**

Zienkiewicz, Taylor, Zhu: The Finite Element Method. Vol.1

<b>Grundlagen der Fluidenergiemaschinen</b>					
Fundamentals of Fluid Energy Machines					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Grundlagen der Fluidenergiemaschinen			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr. Francesca di Mare					
a) Prof. Dr. Francesca di Mare					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: Fundierte Kenntnisse der: Thermodynamik, insbesondere: Erster und zweiter Hauptsatz, Gibbs-Gleichungen, Klassifizierung von thermodynamischen Systemen und Prozessen (geschlossen, offen, durchströmt); Mechanik, insbesondere: Zweites Newton'sche Gesetz, Erhaltung des Impulses und des Dralls, relative und absolute Bezugssysteme, Koordinatentransformation, inertielle und nicht-inertielle Bezugssysteme; Mathematik, insbesondere: Differenzierung, Integrierung, absolute, konvektive und partielle Ableitungen; Grundlagen der Strömungsmechanik, insbesondere: Grundlagen der Grenzschicht-Theorie, Potential Strömung					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen die Definitionen und Klassifizierung der Energiewandler (Fluidenergiemaschinen)</li> <li>• Die Studierenden können die Fluidenergiemaschinen als thermodynamisches System abstrahieren und die passenden Bilanzen (Energie, Impuls, Drall) anwenden, um die auslegungsrelevanten dimensionslosen Parameter abzuleiten</li> <li>• Die Studierenden können logisch und systematisch die Grundprinzipien einer FLEM erläutern</li> <li>• Die Studierenden können die formellen Abhängigkeiten unter dimensionslosen Parametern identifizieren und diese anhand technischer Diagramme (Cordier Diagramm) zur Vorauslegung einer FLEM verwenden</li> <li>• Die Studierenden verstehen die Zusammenhänge zwischen Maschinen und Anlagen</li> <li>• Die Studierenden können die Eignung einer Maschine für eine bestimmte Nutzung kritisch bewerten</li> <li>• Die Studierenden lernen, wie sie organisiert in Teams zusammenarbeiten und sich austauschen (Übungen und Lerngruppe)</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung zu den Prinzipien der Energieumwandlung: primäre und sekundäre Energieformen, Träger und Wandler</li> <li>• Klassifizierung der Fluidenergiemaschinen (FLEM): <ul style="list-style-type: none"> <li>Nach Funktion (Kraftmaschinen/Arbeitsmaschinen, statisch/dynamisch)</li> <li>Nach Bauart</li> <li>Nach Eigenschaften des Arbeitsmedium</li> </ul> </li> </ul>					

- Beispiele von Fluidenergiemaschinen und deren Einsatz (Energieumwandlung, Industrie, Luft- und Seefahrt)
- Historische Bemerkungen zur Entwicklung und Funktion der Fluidenergiemaschinen
- Besondere Fluidenergiemaschinen:
  - dynamisch arbeitende Maschinen, thermische und hydraulische Maschinen
  - Thermisch dynamisch arbeitende Maschine: die thermischen Turbomaschinen
- Systematik der Turbomaschinen; Nomenklatur und Konventionen
- Thermodynamische Beschreibung der thermischen Turbomaschinen
  - Identifizierung und Festlegung der Systemgrenzen
  - Anwendung des 1. und 2. Hauptsatzes
  - Thermische und kalorische Zustandsgleichungen
  - Einführung zur Kompressibilität und zu gasdynamischen Beziehungen
  - Beschreibung der thermodynamischen Prozesse in h-S/T-S Diagrammen: isentrope, adiabate, polytrope, isochore, isobare, isotherme Prozesse
  - Arbeit und Wirkungsgrade
- Makroskopische Erhaltungsprinzipien (durchströmte, stationäre Systeme):
  - Referenz Systeme für die FLEM: rotierende Systeme und deren Kinematik
  - Drallsatz
  - Turbinen Arbeitsgleichung (Euler Arbeitsgleichung)
  - Totale Enthalpie, Rothalpie
- Stator-Rotor Wechselwirkung: Geschwindigkeits-Dreiecke
- Parameter zur 0-D Auslegung einer FLEM: Wirkungsgrad, Reaktionsgrad und dimensionslose Zahlen (Durchflusszahl, Schnelllaufzahl, Durchmesserzahl, u.a.)
- Funktionale Abhängigkeit der dimensionslosen Zahlen unter einander und graphische Darstellung mittels Geschwindigkeits-Dreiecken
- Anwendung der dimensionslosen Zahlen zur 0-D Auslegung basierend auf den Erhaltungsprinzipien: Cordier-Diagramm und dessen Anwendung, Ähnlichkeiten
- Kennlinien und Betriebsverhalten der FLEM – Anbindung zur Anlage
  - Choke/Stall
  - Grundlagen der 0-D Optimierung anhand des Codier-Diagramms
- Grundlagen der aerodynamischen Charakterisierung einer FLEM: einige Konzepte aus der Theorie der Tragfläche

---

**Lehrformen / Sprache**

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

---

**Prüfungsformen**

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

---

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

---

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

---

**Verwendung des Moduls**

BSc Maschinenbau

BSc Sales Engineering and Product Management

BSc Umweltingenieurwesen

---

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

---

**Sonstige Informationen**

---

<b>Grundlagen der Informatik und Programmierung</b>					
Basic of Informatics and Programming					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	10 LP	300 h	3.+ 4. Sem.	2 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Grundlagen der Informatik und Programmierung 1			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
b) Grundlagen der Informatik und Programmierung 2			b) 4 SWS (60 h)	b) 90 h	b) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Detlef Gerhard					
a) Dr.-Ing. Mario Wolf					
b) Dr.-Ing. Mario Wolf					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen Studierende Grundkonzepte der Informatik und der Programmierung und sind in der Lage, für gegebene Problem- oder Aufgabenstellungen Computer-Programme zu entwickeln oder vorhandene zu verstehen und anzupassen.</li> <li>• verfügen Studierende über die notwendigen fachlichen und methodischen Kenntnisse zum Entwurf und zur Implementierung von Programmen in einer höheren Programmiersprache</li> <li>• sowie Kenntnisse über eine systematische Vorgehensweise bei der Entwicklung von Algorithmen und der Umsetzung dieser in ein Computerprogramm.</li> <li>• praktizieren Studierende erste Ansätze wissenschaftlichen Lernens und Denkens und können informationstechnische Probleme im Bereich Maschinenbau modellieren und lösen.</li> <li>• verfügen Studierende über entsprechendes Fachvokabular und kennen Anwendungsbeispiele</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
Das Modul vermittelt die Grundlagen der Informatik und Programmierung aus Sicht eines ingenieurmäßigen, anwendungsorientierten Kontexts mit folgenden Inhalten:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Informationstheorie, Logik, Zahlensysteme</li> <li>• Hardware, Betriebssysteme und Vernetzung</li> <li>• Konzepte von Programmiersprachen und -techniken sowie Inhalt der strukturierten Programmerstellung (Beispiele anhand von C# und Python)</li> <li>• Elemente der prozeduralen und objektorientierten Programmierung sowie Ablauf- und Kontrollstrukturen</li> <li>• Algorithmen und Datenstrukturen</li> <li>• Persistente Datenspeicherung, Ein- und Ausgabesteuerung, Daten-Streams</li> <li>• Graphisch orientierte Benutzungsoberflächen, Eventsteuerung</li> <li>• IoT- und Web-Technologien</li> </ul>					



b)

Das Modul vermittelt die Grundlagen der Informatik und Programmierung aus Sicht eines ingenieurmäßigen, anwendungsorientierten Kontexts mit folgenden Inhalten:

- Weiterführende Anwendungen von IoT- und Web-Technologien
- Datenverarbeitung und -darstellung für strukturierte Daten
- Arbeit mit relationalen und nicht-relationalen Datenbankmanagementsystem
- Anwendungen des maschinellen Lernens
- Nutzung von Deep-Learning für Computer Vision

**Lehrformen / Sprache**

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

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

**Prüfungsformen**

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

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
- Bestandene studienbegleitende Aufgaben: Programmier-Hausarbeiten

**Verwendung des Moduls**

BSc. Maschinenbau

BSc. Sales Engineering and Product Management

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Grundlagen der Maschinendynamik und Antriebstechnik</b>					
Fundamentals of Dynamics of Machines and Drive Technology					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Grundlagen der Maschinendynamik und Antriebstechnik			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr. Tamara Nestorovic a) Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: Die Vorlesung stützt sich auf die Grundlagenvorlesungen zur Mathematik, Mechanik und Konstruktionstechnik. Die Entwicklung von Antriebssträngen benötigt numerische Lösungsverfahren mathematischer Gleichungssysteme, die Analyse wirkender Kräfte, Momente und Bauteilspannungen sowie das Verständnis technischer Zeichnungen und der Funktion technischer Baugruppen.					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sollen die Studierenden das nötige Grundlagenwissen erworben und auf dem Gebiet der Konstruktionstechnik eingesetzt haben, um dynamisch beanspruchte Maschinen und Maschinenteile berechnen, auftretende Phänomene analysieren und wichtige Kenngrößen näherungsweise angeben zu können.</li> <li>• können die Studierenden Theorien und Methoden zu Erstellung, Analyse und Beurteilung der Ersatzmodelle sowie empirische Befunde für die Untersuchung der Schwingungsphänomene der dynamischen Maschinenteile und Maschinen einsetzen.</li> <li>• können die Studierenden die grundsätzlichen Auslegungsstrategien für Antriebsstränge bewerten sowie die Eigenschaften der Elemente eines Antriebsstrangs ermitteln.</li> <li>• verfügen die Studierenden über die Fähigkeit, Methoden zur Analyse dynamisch beanspruchter Maschinen auf konkrete Fälle zu übersetzen und wichtige Kenngrößen zu ermitteln.</li> <li>• können die Studierenden Eigen- und Erregerfrequenzen im Antriebsstrang ermitteln.</li> <li>• können die Studierenden Ansätze der dynamischen Simulation von Antriebssträngen bewerten.</li> <li>• können die Studierenden Messungen dynamisch beanspruchter Antriebe interpretieren und sinnvolle Verbesserungsvorschläge ableiten.</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, Standardaufgaben nachzuvollziehen und selbständig zu bearbeiten. Sie können durch das Erlernen des Moduls die Erkenntnisse auf konkrete ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen übertragen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a) Die Vorlesung behandelt das grundlegende Verhalten von Antrieben. Eine Maschine besteht prinzipiell aus einem Antriebsstrang und einer Arbeitsmaschine. Zunächst geht die Vorlesung auf die grundsätzlichen Prinzipien zur Auslegung von Antriebssträngen ein. Besonderer Wert wird hier auf die Informationsbeschaffung gelegt, da mangelnde Informationen, z.B. falsche Umgebungstemperatur,					

häufig zu Fehlinterpretationen führen. Weiterhin behandelt die Vorlesung das dynamische Verhalten von Antriebssträngen und die Eigenschaften von Komponenten, wie etwa Motoren, Getriebe, Bremsen und Kupplungen. Die Vorlesung vermittelt außerdem die Kenntnisse über die grundsätzlichen Prinzipien zur Auslegung von Antriebssträngen und die Grundkenntnisse zum Aufstellen von Differentialgleichungen der Bewegung von diskreten und kontinuierlichen Strukturen anhand der Ersatzmodelle, sowie Grundprinzipien zur Reduzierung von realen Systemen und Strukturen auf die Ersatzmodelle. In Bezug auf die Schwingungsanalyse werden freie ungedämpfte und gedämpfte Schwingungen, Eigenwertproblem, erzwungene Schwingungen, harmonische Analysen, Resonanz, Schwingungstilgung, kritische Drehzahlen, Unwucht und Auswuchttechnik und experimentelle Modalanalyse in der Vorlesung behandelt.

**Lehrformen / Sprache**

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

**Prüfungsformen**

• Klausur 'Grundlagen der Maschinendynamik und Antriebstechnik' (180 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

BSc Maschinenbau

BSc Sales Engineering and Product Management

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Grundlagen der Messtechnik mit Praktikum</b>					
Fundamentals of Metrology with Practical Experiments					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	4. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Grundlagen der Messtechnik			a) 2 SWS (30 h)	a) 45 h	a) jedes SoSe
b) Messtechnisches Laborpraktikum			b) 2 SWS (30 h)	b) 45 h	b) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Andreas Ostendorf					
a) Prof. Dr.-Ing. Cemal Esen					
b) Prof. Dr.-Ing. Cemal Esen					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind die Studierenden in der Lage, die physikalischen Grundlagen der verschiedenen Messverfahren nachzuvollziehen und diese mit Text und Skizze zu beschreiben.</li> <li>• können die Studierenden zu gegebenen praktischen Aufgaben die Messmethode erfassen und die dazugehörigen Messgeräte praktisch im Labor anwenden.</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, die unterschiedlichen Messverfahren hinsichtlich ihres physikalischen Prinzips zu unterscheiden und für eine konkrete Aufgabenstellung mit gegebenen Randbedingungen ein geeignetes Messverfahren auszuwählen.</li> <li>• können die Studierende in kleinen Gruppen gemeinsam zu Arbeitsergebnissen kommen, diese in Protokollen zusammenfassen sowie diese gemeinsam zu präsentieren.</li> <li>• sind die Studierenden befähigt, die Messergebnisse statistisch auszuwerten und eine Messunsicherheitsanalyse durchzuführen</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Messtechnik</li> <li>• Messmethoden und Messgrößenaufnehmer <ul style="list-style-type: none"> <li>Fertigungsmesstechnik (Länge, Abstand, Rauheit, Kraft),</li> <li>Prozessmesstechnik (Temperatur, Druck, Feuchte, Durchfluss, Geschwindigkeit, Füllstand),</li> <li>Analysemesstechnik (Konzentration).</li> </ul> </li> <li>• Statistik und Messdatenauswertung</li> <li>• Bestimmung von Messunsicherheiten und deren Fortpflanzung</li> <li>• Statisches und dynamisches Verhalten von Messgeräten</li> </ul>					
b)					
<p>Im Rahmen des Praktikums müssen die Studierenden in einer Gruppe von in der Regel vier Teilnehmern im Laufe des Semesters fünf Versuche durchführen. Die Zusammenstellung der Versuche ist vorgegeben, wobei mehrere Versuchsreihen zur Auswahl stehen. Folgende Versuche werden angeboten: Temperaturmessung, Längenmesstechnik mit einer Einführung in SPC, Isolierung def. Messgrößen aus</p>					

mehrachs. Belastungssystemen, Druckmessung am Profil, Durchflussmessung, Experimentelle Untersuchungen von Explosionsgrenzen, Statistische Prozesslenkung, Abnahme von Werkzeugmaschinen, Lasertriangulation, Dehnungsmessstreifen, Rauheitsmessung, IR-Spektroskopie, Wegerfassung und Streckenrekonstruktion, Schwingungsmessung.

**Lehrformen / Sprache**

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

**Prüfungsformen**

- Klausur 'Grundlagen der Messtechnik' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
- Laborpraktika (Optional: Werden die Laborpraktika vor der Modulabschlussprüfung erfolgreich absolviert, sind Bonuspunkte für die Klausur möglich)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
- Erfolgreich abgeschlossenes Praktikum

**Verwendung des Moduls**

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

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Grundlagen der Regelungstechnik</b>					
Automatic Control and Control Engineering					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	4. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Grundlagen der Regelungstechnik			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Martin Mönnigmann					
a) Prof. Dr.-Ing. Martin Mönnigmann					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Eine vorherige erfolgreiche Teilnahme an Mathematik I, II, III, und Mechanik A, B, C wird empfohlen.					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Studierenden die wichtigsten Konzepte und Grundbegriffe der Regelungstechnik charakterisieren und sind in der Lage, grundlegende Methoden zur Untersuchung und gezielten Beeinflussung technischer dynamischer Systeme einzusetzen und zwischen ihnen zu differenzieren.</li> <li>• verfügen die Studierenden über die notwendigen Kenntnisse, um die Modellierung dynamischer Systeme mithilfe von Differentialgleichungen und Übertragungsfunktionen vorzunehmen und zu bewerten.</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, Regler für lineare oder linearisierbare Systeme zu entwerfen.</li> <li>• können die Studierenden mit Hilfe von Boolescher Algebra, Wahrheitstabellen und Karnaugh-Diagrammen die Analyse, Beschreibung und Minimierung kombinatorischer Schaltungen für steuerungstechnische Systeme vornehmen und bewerten.</li> <li>• Verfügen die Studierenden über die Fähigkeit zu vernetztem und wissenschaftlichem Denken, so dass sie dieses auf konkrete und neue Problemstellungen übertragen und kompetent hierzu (auch in englischer Sprache) kommunizieren können.</li> <li>• Sind die Studierenden in der Lage, sich selbst in ihrem Lernprozess zu organisieren, digitale Medien für ihr Studium zu nutzen und sich mit Arbeitsgruppen (auch digital) zu vernetzen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konzepte und Grundbegriffe der Regelungstechnik (Steuerung und Regelung, Rückführung, Übertragungsglied, Blockschaltbild, Regelstrecke, Regler, Regelkreis, Zeit- und Frequenzbereich, Laplace-Transformation und ihre Umkehrung).</li> <li>• grundlegende Methoden zur Untersuchung und gezielten Beeinflussung des dynamischen Verhaltens technischer dynamischer Systeme (Pol-/Nullstellenanalyse, Sprung- und Impulsantwort, Ortskurve, Bode-Diagramm, Nyquist-Verfahren, Reglerentwurf nach Faustformelverfahren, Reglerentwurf durch Polplatzierung und Kompensation, Reglerstrukturentwurf für PID-Regler).</li> <li>• Modellierung und Analyse dynamischer Systeme mit Hilfe von Differentialgleichungen und Übertragungsfunktionen.</li> <li>• Entwurf und Auslegung von Reglern für lineare oder linearisierbare zeit-invariante Eingrößensysteme mit Hilfe von Übertragungsfunktionen.</li> </ul>					

- Analyse, Beschreibung und Minimierung kombinatorischer Schaltungen für steuerungstechnische Aufgaben mit Hilfe von Boolescher Algebra, Wahrheitstabellen und Karnaugh-Diagrammen.

**Lehrformen / Sprache**

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

**Prüfungsformen**

- Klausur 'Grundlagen der Regelungstechnik' (160 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

BSc. Maschinenbau

BSc. Sales Engineering and Product Management

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Grundlagen der Strömungsmechanik</b>					
Fundamentals of Fluid Mechanics					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	4. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Grundlagen der Strömungsmechanik			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Romuald Skoda					
a) Prof. Romuald Skoda					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Erfolgreicher Abschluss der Module Mechanik A und Mechanik B sowie Mathematik 1, Mathematik 2 und Mathematik 3 dringend empfohlen.					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach der Teilnahme an dem Modul können die Studierenden die für die Strömungsmechanik allgemein relevanten Gesetzmäßigkeiten erklären und wesentliche Methoden der Strömungsmechanik nutzen. Sie verfügen über entsprechendes Fachvokabular und kennen Anwendungsbeispiele. Die Studierenden können die erlernten Fertigkeiten konkreten strömungsmechanischen Problemstellungen zuordnen. Sie sind in der Lage, Lösungsansätze für komplexe strömungsmechanische Probleme abzuleiten.					
<b>Inhalte</b>					
a)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung</li> <li>• Hydrostatik</li> <li>• Hydrodynamik</li> <li>• Eindimensionale instationäre Strömung</li> <li>• Impuls- und Impulsmomentensatz</li> <li>• Schichtenströmungen</li> <li>• Turbulente Rohrströmungen</li> <li>• Erhaltungsprinzipien der Strömungsmechanik</li> <li>• Kompressible Strömungen</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
• Klausur 'Grundlagen der Strömungsmechanik' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur</li> <li>• Die Modulnote wird aus der Modulabschlussprüfung unter Hinzunahme der aus den Lernkontrollen erreichten Bonuspunkte ermittelt.</li> </ul>					
Bonuspunktregelung:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Lernkontrollen zum Erlangen von Bonuspunkten werden einmal pro Semester angeboten.</li> <li>• Alle in den Lernkontrollen erreichten Punkte werden direkt auf die Klausur angerechnet.</li> </ul>					



- Die Notenbildung erfolgt, nachdem die Punkte aus der Klausur und die erreichten Bonuspunkte addiert wurden.
- Das Erreichen der Bestnote ist in der Klausur auch ohne Bonuspunkte möglich.
- Insgesamt können die Studierenden bis zu 14% der in der Klausur erreichbaren Punkte zusätzlich als Bonuspunkte erwerben. Bonuspunkte verfallen nicht, sondern können für eine Teilnahme an der Klausur in einem späteren Semester genutzt werden.
- Die Lernkontrollen können in einem späteren Semester erneut absolviert werden, um die eigenen Bonuspunkte für die nächste Klausur zu verbessern.
- Bonuspunkte werden nur angerechnet, wenn sie vor der Klausur erzielt wurden. Bonuspunkte können nicht rückwirkend die Klausurnote verbessern.

#### **Verwendung des Moduls**

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

#### **Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

#### **Sonstige Informationen**

Vorlesungsbegleitende Unterlagen (Skript, Übungsmaterial) werden zur Verfügung gestellt und weiterführende Literatur wird bekannt gegeben.

<b>Grundlagen der Thermodynamik</b>					
Fundamentals of Thermodynamics					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	3. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Grundlagen der Thermodynamik			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Roland Span					
a) Prof. Dr.-Ing. Roland Span					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse aus den Modulen Mathematik I und II sowie Naturwissenschaftliche Grundlagen. Vorheriges Bestehen der entsprechenden Modulabschlussprüfungen ist nicht erforderlich.					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• können Studierende grundlegende Phänomene aus dem Bereich der Energieumwandlung erläutern, diskutieren und interpretieren,</li> <li>• können Studierende die Bedeutung von Stoffeigenschaften für technische Prozesse in Energie-, Heizungs-, Kälte-, und Klimatechnik erläutern, diskutieren und interpretieren,</li> <li>• besitzen die Studierenden die Fähigkeit, mit Methoden der Thermodynamik technische Probleme in ihrer Grundstruktur zu analysieren, durch Anwendung dieser Methoden technische Prozesse zu analysieren und zu simulieren und Ergebnisse kritisch zu überprüfen,</li> <li>• können die Studierenden die Gestaltung von Maschinen, Anlagen und Prozessen mit Blick auf die Effizienz von Energieumwandlungsprozessen bewerten.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der thermodynamischen Betrachtungsweise, Definition von Begriffen wie „System“ und „Prozess“.</li> <li>• Der 1. Hauptsatz der Thermodynamik als Energieerhaltungssatz.</li> <li>• Der 2. Hauptsatz der Thermodynamik und seine Bedeutung für Prozesse zur Energieumwandlung. Einführung des Exergiekonzepts.</li> <li>• Thermodynamische Stoffdaten als Grundlage der meisten energie- und verfahrenstechnischen Berechnungen.</li> <li>• Rechts- und linksläufige Kreisprozesse als typisch energietechnische Anwendungen.</li> <li>• Betrachtung von einfachen Gemischen: ideale Gemische, feuchte Luft und ihre technischen Anwendungen.</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
• Klausur 'Grundlagen der Thermodynamik' (150 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

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

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Grundlagen der Verfahrenstechnik</b>					
Fundamentals of Chemical Engineering					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Grundlagen der Verfahrenstechnik			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald					
a) Prof. Dr.-Ing. Marcus Grünewald					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls können Studierende					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• verschiedene ideale Reaktortypen unterscheiden und die auftretenden Stoff- und Wärmetransportmechanismen identifizieren</li> <li>• die für eine Bilanzierung dieser Reaktoren relevanten Parameter erfassen, Stoff- und Wärmebilanz lösen und die Ergebnisse bewerten</li> <li>• die physikalischen Phänomene der verfahrenstechnischen Grundoperationen (Trennoperationen) innerhalb eines Prozesses erkennen und auf modifizierte Anwendungen übertragen</li> <li>• eine Bilanzierung und Auslegung der wichtigsten Grundoperationen mit Ermittlung der Betriebsparameter und ggf. mit Abschätzung der Betriebskosten ausführen</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
In der Vorlesung ‚Grundlagen der Verfahrenstechnik‘ werden die wesentlichen Grundlagen zum Verständnis verfahrenstechnischer Prozesse gelegt. Gegenstand der Betrachtungen sind dabei die Reaktionsstufen und die Trennstufen.					
Reaktoren bilden das Kernstück jedes Syntheseprozesses und müssen deshalb auf den jeweiligen Prozess angepasst werden. Aufbauend auf den grundlegenden Eigenschaften (Stöchiometrie, Kinetik, Thermodynamik) chemischer Reaktionen werden die idealen Reaktortypen Rührkessel und Strömungsrohr vorgestellt und ihre Unterscheidungsmerkmale vermittelt. Anhand dieser Beispiele lernen die Studierenden allgemeine Stoff- und Wärmebilanzen aufzustellen, zu lösen und die Ergebnisse anhand von Leistungsparametern (Umsatz, Ausbeute, Selektivität) zu bewerten.					
Trennverfahren bzw. Grundoperationen werden in der Verfahrenstechnik zur Stofftrennung eingesetzt. Die Trennverfahren kommen den Grundoperationen Kondensation/Verdampfung, Rektifikation, Absorption, Extraktion, Adsorption die größte Bedeutung zu. Im Rahmen der Veranstaltung werden die Grundprinzipien dieser Trennverfahren aufgezeigt, eine Übersicht der apparativen Ausführungen gegeben und deren Einsatz an praxisnahen Beispielen verdeutlicht.					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					

• Klausur 'Grundlagen der Verfahrenstechnik' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

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

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Grundlagen des Kfz-Antriebsstranges</b>					
Fundamentals of Vehicle Drive Train					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Grundlagen des Kraftfahrzeugantriebsstranges			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge a) Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: Die Vorlesung stützt sich auf die Grundlagenvorlesungen zur Mathematik, Mechanik und Konstruktionstechnik. Die Entwicklung von Antriebssträngen benötigt numerische Lösungsverfahren mathematischer Gleichungssysteme, die Analyse wirkender Kräfte, Momente und Bauteilspannungen sowie das Verständnis technischer Zeichnungen und der Funktion technischer Baugruppen.					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Studierenden die grundlegenden Elemente eines Antriebsstrangs wie Kupplungen, Wandlern, Getrieben und Bremsen erläutern.</li> <li>• können die Studierenden unterschiedliche Konzepte von Antriebssträngen für Längs- und Quereinbau von Motoren und Getrieben unterscheiden.</li> <li>• können die Studierenden unterschiedliche Antriebskonzepte verschiedenen Anwendungszwecken zuordnen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a) Die Vorlesung behandelt allgemeine Frage des Kraftfahrzeug-Antriebsstrangs. Den Ausgangspunkt bilden die Anforderungen des Fahrzeugs an den Antrieb. Unter Berücksichtigung der Motoreigenschaften und ihres Kennfeldes lassen sich daraus grundlegende Anforderungen an die übrigen Antriebsstrangkomponenten, wie Kupplung, Getriebe, Gelenkwellen, Bremsen und Reifen, ableiten. Den unterschiedlichen Getriebetypen, wie Schaltgetrieben, konventionellen Automaten, automatisierten Schaltgetrieben und stufenlos verstellbaren Getrieben, wird so viel Raum gewidmet, dass ihre Funktionsweise deutlich wird und eine erste Beurteilung ihrer Eigenschaftenermöglich. Weiter wird auf Hybridantriebskonzepte eingegangen, die beispielsweise Verbrennungsmotoren und Elektromotoren und Getriebe, sowie Abgas- und Geräuschemissionen zu verringern. Außerdem wird auf alternative Antriebe, wie etwa Elektroantriebe, eingegangen. Einen weiteren wichtigen Punkt bilden Bremsen und Bremssysteme.					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					

• Klausur 'Grundlagen des Kraftfahrzeugantriebsstranges' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

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

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Hochdruckverfahrenstechnik</b>					
High Pressure Process Technology					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	6. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Hochdruckverfahrenstechnik			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Thomas Ernst Müller					
a) Dr. rer. nat. Sabine Kareth					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: Thermodynamik					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Studierenden den Stand der Forschung zu Hochdrucksystemen und Hochdruck-Phasengleichgewichten sowie die modernsten Methoden und Verfahren im Bereich der thermo- und fluiddynamischen Stoffdatenermittlung in der Hochdruckverfahrenstechnik.</li> <li>• können die Studierenden Hochdruckphasengleichgewichte interpretieren.</li> <li>• haben die Studierenden 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>• können die Studierenden 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>Inhalte</b>					
a) In der Vorlesung Grundlagen der Hochdruckverfahrenstechnik werden zunächst die speziellen Eigenschaften von Hochdrucksystemen vorgestellt. Schwerpunkte sind Thermo- und Fluidynamik von Einkomponenten- und Mehrkomponentensystemen sowie entsprechende Berechnungsverfahren. Die Kenntnis dieser Eigenschaften ist für die ingenieurtechnische Gestaltung von Gesamtverfahren essentiell. Dieser Zusammenhang wird anhand von Beispielen aus dem Gebiet der Kältetechnik und der Hochdruckverfahrenstechnik (Extraktion, Adsorption, Absorption, Kristallisation) verdeutlicht.					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (1 SWS) / Vorlesung (3 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
• Klausur 'Hochdruckverfahrenstechnik' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• BSc. Maschinenbau</li> </ul>					



- 
- MSc. Umweltingenieurwesen

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

---

<b>Höhere Festigkeitslehre</b>					
Advanced Mechanics of Materials					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Höhere Festigkeitslehre			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr. rer. nat. K. Hackl					
a) Dr.-Ing. U. Hoppe					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: Mechanik A + B					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Die Studierenden					
<ul style="list-style-type: none"> <li>erwerben das nötige Grundlagenwissen, um mechanische Probleme der Elastostatik im Allgemeinen und für Scheiben und Platten mathematisch zu formulieren sowie analytisch oder numerisch zu lösen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a) <ul style="list-style-type: none"> <li>Spannungszustand und Gleichgewichtsbedingungen</li> <li>Deformation und Verzerrung</li> <li>Elastizitätsgesetz, Anisotropie, Isotropie</li> <li>Ebener Spannungszustand, ebener Verzerrungszustand, Spannungsfunktionen, Scheibengleichung, rotationssymmetrische Probleme, Anwendungsbeispiele</li> <li>Plattentheorie, Anwendungsbeispiele</li> <li>Torsion: Grundgleichungen, Verwölbungsfunktion, Anwendungsbeispiele</li> <li>Formänderungsenergie, Energie- und Arbeitssätze, Prinzip der virtuellen Verschiebungen, Ritz-Verfahren, Anwendungsbeispiele</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (1 SWS) / Vorlesung (3 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Klausur 'Höhere Festigkeitslehre' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %, oder Mündliche Prüfung (30 Minuten). Die Prüfungsform wird je nach Teilnehmerzahl am Anfang eines jeden Semesters festgelegt)</li> </ul>					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur bzw. mündliche Prüfung</li> </ul>					
<b>Verwendung des Moduls</b>					
keine Angabe					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>					
Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$					
FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).					
DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.					

**Sonstige Informationen**

---

<b>Höhere Mathematik A</b>					
Mathematics A					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 8 LP	<b>Workload</b> 240 h	<b>Semester</b> 1. Sem.	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Mathematik A			<b>Kontaktzeit</b> a) 6 SWS (90 h)	<b>Selbststudium</b> a) 150 h	<b>Turnus</b> a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr. Markus Reineke a) Prof. Dr. G. Laures, Prof. Dr. Jörg Winkelmann, Prof. Dr. rer. nat. Peter Heinzner, Prof. Dr. Markus Reinecke					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Teilnahme am vierwöchigen „Vorkurs für künftige Studierende der Ingenieurwissenschaften“ vor Studienbeginn im September wird empfohlen.					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls  <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Studierende die wichtigsten Methoden der Ingenieurmathematik</li> <li>• können Studierende mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen erkennen und lösen</li> <li>• praktizieren Studierende erste Ansätze wissenschaftlichen Lernens und Denkens</li> <li>• verfügen Studierende über fachübergreifende Methodenkompetenz</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) Mathematische Methoden der Analysis einer Veränderlichen:  <ul style="list-style-type: none"> <li>• Komplexe Zahlen: Definition, Eigenschaften und Rechenregeln</li> <li>• Matrizen, Determinanten und Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme</li> <li>• Vektorräume, Unterräume und Basiswechsel</li> <li>• Eigenwerte, Eigenvektoren und Hauptachsentransformation</li> <li>• Folgen und Reihen und deren Konvergenz; Konvergenzkriterien</li> <li>• Differentialrechnung für Funktionen einer reellen und komplexen Veränderlichen (Differentiationstechniken, Mittelwertsätze, Taylorformeln, Anwendungen)</li> <li>• Integralrechnung einer Veränderlichen (Integrationstechniken, Stammfunktionen, Mittelwertsätze, Anwendungen)</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (4 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> • Klausur 'Mathematik A' (180 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b>					

- 
- BSc. Maschinenbau
  - BSc. Umweltingenieurwesen
  - BSc. Materialwissenschaften

**Stellenwert der Note für die Endnote**

Anteil an der Gesamtnote [%] =  $8 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Höhere Mathematik B</b>					
Mathematics B					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 8 LP	<b>Workload</b> 240 h	<b>Semester</b> 2. Sem.	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Mathematik B			<b>Kontaktzeit</b> a) 6 SWS (90 h)	<b>Selbststudium</b> a) 150 h	<b>Turnus</b> a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr. Markus Reineke a) Prof. Dr. G. Laures, Prof. Dr. Jörg Winkelmann, Prof. Dr. rer. nat. Peter Heinzner, Prof. Dr. Markus Reinecke					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Mathematik A					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls  <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Studierende die wichtigsten Methoden der Ingenieurmathematik</li> <li>• können Studierende mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen erkennen und lösen</li> <li>• praktizieren Studierende erste Ansätze wissenschaftlichen Lernens und Denkens</li> <li>• verfügen Studierende über fachübergreifende Methodenkompetenz</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) Mathematische Methoden der Analysis mehrerer Veränderlicher: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potenzreihen (Konvergenzkriterien, Anwendungen)</li> <li>• Differentialrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlicher (totale Ableitung, Richtungsableitung, partielle Ableitungen und Zusammenhänge, Differentiationstechniken, Anwendungen, u.a. Extrema mit und ohne Nebenbedingungen)</li> <li>• Integralrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlicher (Gebiets-, Volumen- und Flächenintegrale, Integralsätze von Green, Gauß und Stokes mit Anwendungen)</li> <li>• Gewöhnliche Differentialgleichungen und Lösungstechniken (Trennung der Variablen, Variation der Konstanten, exakte Differentialgleichungen und integrierende Faktoren, spezielle Typen von Differentialgleichungen, Systeme gewöhnlicher Differentialgleichungen)</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (4 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> • Klausur 'Mathematik B' (180 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BSc. Maschinenbau</li> </ul>					

- 
- BSc. Umweltingenieurwesen
  - BsC. Materialwissenschaften

**Stellenwert der Note für die Endnote**

Anteil an der Gesamtnote [%] =  $8 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Höhere Mathematik C</b>					
Mathematics C					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 5 LP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 3. Sem.	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Mathematik C			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS (60 h)	<b>Selbststudium</b> a) 90 h	<b>Turnus</b> a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr. rer. nat. Herold Dehling a) Prof. Dr. rer. nat. Herold Dehling					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Empfohlene Vorkenntnisse: abgeschlossenes Modul in Höhere Mathematik 1 und 2					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitstheorie und Statistik,</li> <li>• sind in der Lage, Standardaufgaben nachzuvollziehen und selbstständig zu bearbeiten,</li> <li>• kennen das Auftreten und die Bedeutung des Zufalls in Natur und Technik und sind im Stande, Zufallsphänome mit Standardverfahren zu modellieren,</li> <li>• können das Erlernte auf konkrete ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen anwenden.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) Die Lehrveranstaltung behandelt das zum Verständnis und zur Modellierung von Zufallsphänomenen in den Ingenieurwissenschaften erforderliche Basiswissen der Wahrscheinlichkeitstheorie und der Statistik. Hierzu gehören im Bereich der Wahrscheinlichkeitstheorie: Modellierung von Zufallsexperimenten, Wahrscheinlichkeitsraum, bedingte Wahrscheinlichkeiten, Unabhängigkeit, diskrete und stetige Zufallsvariablen, Dichte- und Verteilungsfunktion, wichtige Wahrscheinlichkeitsverteilungen (u.a. binomial, Poisson, geometrisch, normal, exponentiell, Chi-Quadrat, F-Verteilung), Erwartungswert, Varianz, Kovarianz, Korrelationskoeffizient, gemeinsame Verteilung, Faltungsformel, sowie im Bereich der Statistik: Verfahren der beschreibenden Statistik, statistische Modellierung, Grundlagen der Schätztheorie (u.a. Maximum Likelihood Methode), Konfidenzintervalle,  Grundlagen der Testtheorie, Fehler 1. und 2. Art, Niveau eines Tests, Tests bei normalverteilten Stichproben (t-Test, F-Test), Lineare Regressionsmodelle (Kleinste Quadrate Methode, t-Test), Chi-Quadratstest bei diskreten Daten, 1-Faktor ANOVA. Die Konzepte und Verfahren werden stets durch Anwendungsbeispiele und Simulationen mit Hilfe des statistischen Pakets R illustriert.					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Vorlesung mit Übung / Tutorium / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> • Klausur 'Mathematik C' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur</li> </ul>					
<b>Verwendung des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BSc. Maschinenbau</li> </ul>					



- 
- BSc. Sales Engineering and Product Management
  - BSc. Materialwissenschaften

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Industrial Management</b>					
Industrial Management					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	6. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Industrial Management			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter					
a) Prof. Dr. Jens Pöppelbuß, Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
<p>Die Studierenden bekommen die Grundlagen der für die Ingenieurwissenschaften relevanten ökonomischen und organisatorischen Aspekte von Betrieben im Zusammenspiel mit den Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre (BWL) vermittelt. Besonders für die zukünftige Ausübung einer Führungsposition ist die Fähigkeit, die BWL mit den Ingenieurwissenschaften zu verbinden, von ausschlaggebender Bedeutung.</p> <p>Die Studierenden können nach der Teilnahme unterschiedliche Formen der Betriebsorganisation charakterisieren und bezüglich der Anforderung an Mensch, Technik und Organisation unterscheiden. Sie können die wichtigsten Arten der Verschwendung in einem Unternehmen auflisten und im Betrieb ermitteln. Zusammen mit Kostenrechnungen und Terminierungen können im Rahmen einer Prozessoptimierung und Lean Management die Fertigungsstrukturen eigenständig bewertet und verbesserte Strukturen generiert werden, um Ressourcen im Betrieb einzusparen. Weiterhin lernen sie die Aufgaben und Gestaltungsfelder der Produktionslogistik und Produktionssystemplanung als eigenständige Aufgabenbereiche der Betriebsorganisation zu interpretieren, sowie die Produktionsplanung und -steuerung (PPS) der Fertigung zu konzipieren und die Auswirkung der PPS auf relevante Zielgrößen verschiedener Betriebstypologien qualitativ und quantitativ zu transferieren.</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage, in Unternehmen stattfindende Geschäftsprozesse und Arbeitsabläufe mittels der Business Process Model and Notation 2.0 (BPMN 2.0) zu konzipieren und zu dokumentieren. Überdies können sie gegebene BPMN 2.0-Prozessdiagramme auf ihre korrekte Syntax und Semantik untersuchen und bei Bedarf fehlerhafte Elemente anpassen.</p>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
Arbeitsvorbereitung					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsplanung- und Steuerung</li> <li>• Zeitwirtschaft: Durchlaufzeiten</li> <li>• Ermittlung von Planzeiten: REFA, MTM</li> </ul>					
Geschäftsprozessmodellierung					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• BPMN 2.0-Basiselemente/ fortgeschrittene Elemente</li> <li>• Qualität von Prozessmodellen</li> <li>• Prozess und Prozessorientierung</li> </ul>					

- Geschäftsprozessmanagement
- Prozessmodellierung mit Signavio

#### Betriebsorganisation

- Aufbau- und Ablauforganisation eines Betriebs mit verschiedenen Betriebstypologien
- Vor- und Nachteile der prozess- und funktionsorientierten Organisation

#### Produktionssystemplanung

- Teilefamilienbildung
- Wege zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit in der Produktion
- Anordnung der Struktur und die Organisation eines Fertigungs-/ Montagebereiches
- Automatisierbarkeit von Fertigungskonzepten

#### Produktionsplanung und –Steuerung

- Abstimmung von Ressourcen und Prozessen eines Unternehmens auf den Nutzen des Kunden
- Planung, Steuerung und Überwachung der Produktionsabläufe vom Kundenauftrag bis zum Versand unter Mengen-, Termin- und Kapazitätsgesichtspunkten
- Lieferkettenmanagement (Supply Chain Management)

#### Toyota-Prinzip

- Lean Philosophie/ Management
- Darstellung von Verschwendungsarten

#### Qualitätsorientierte Managementsysteme

- Fehlermöglichkeits- und -einflussanalyse (FMEA)
- Quality Function Deployment (QFD)

#### Fabrikplanung

- Gestaltung einer Produktionsstätte von der ersten Idee bis zum Hochlaufen der Produktion (Produktion, Logistik, Architektur, Projektmanagement etc.)
- Beispielhafte Vorstellung am Forschungsbau ZESS
- Globalisierung von Unternehmen

#### **Lehrformen / Sprache**

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

#### **Prüfungsformen**

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

#### **Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

#### **Verwendung des Moduls**

BSc. Maschinenbau

BSc. Sales Engineering and Product Management

#### **Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Interdisziplinäre Aspekte im Arbeitsschutz</b>					
Interdisciplinary Aspects of Safety at Work					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Interdisziplinäre Aspekte im Arbeitsschutz			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Jun.-Prof. S. Frerich					
a) Jun.-Prof. S. Frerich					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Studierenden die verschiedenen Tätigkeits- und Berufsfelder, die mit dem Themenfeld Arbeitssicherheit zu tun haben.</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, ingenieurtechnische Fragestellungen und Informationsquellen zu identifizieren und zu beschaffen sowie Daten zu bewerten.</li> <li>• verfügen die Studierenden über aktuelle Erkenntnisse der gesellschaftlichen Erfordernisse zu den Themen Wirtschaftlichkeit, Nachhaltigkeit, Umweltverträglichkeit, Tradition und Konsens.</li> <li>• nehmen die Studierenden fachspezifische Perspektiven ein, haben ein gesellschaftliches Problembewusstsein entwickelt und können diese unter Berücksichtigung spezifischer Anforderungen ganzheitlich betrachten bzw. im globalen Kontext beurteilen.</li> <li>• kennen die Studierenden den Hintergrund institutioneller Regelungen sowie grundlegender Lösungsansätze (bspw. Normen und die europäische Harmonisierung von Rechtsvorschriften) und sind fähig, ihre erworbenen Kenntnisse auf neue Sachverhalte anzuwenden und Ergebnisse kritisch zu beurteilen.</li> <li>• modellieren und lösen die Studierenden ingenieurtechnische Probleme unter Berücksichtigung gesellschaftlicher Gegebenheiten.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
<p>Im ersten Teil der Veranstaltung, der Vorlesung, werden systematisch die verschiedenen Blickrichtungen vorgestellt und in Hinblick auf die Problemstellung konkretisiert. Dabei werden im Wechsel technische und nichttechnische Aspekte dargestellt, um die Vielfältigkeit des Themas und den Bezug zu den jeweiligen Fachkulturen (Ingenieurwissenschaften auf der einen und Geistes- und Gesellschaftswissenschaften auf der anderen Seite) herzustellen.</p> <p>Im zweiten Teil der Veranstaltung, den Übungen, sollen die Studierenden durch die Zusammenarbeit in fachheterogen besetzten Arbeitsgruppen interdisziplinäre Problemstellungen bearbeiten und ganzheitliche Lösungen zu entwickeln. Dabei werden in der Gruppe eigenständig fachliche Inhalte erarbeitet und aufbereitet. Die Studierenden lernen, als Vertreter ihrer jeweiligen Disziplin auch mit „Nicht- Fachleuten“ zu kommunizieren. Gleichzeitig bekommen sie Einblick in andere Fachbereiche und deren Begriffe sowie Methoden. Auf diese Weise erhalten sie das nötige Handwerkszeug für den späteren Berufsalltag.</p>					

Die behandelten Inhalte betreffen die Themen Identifikation und Beurteilung von Gefahren am Arbeitsplatz, Umsetzung von Arbeitsschutzmaßnahmen, insbesondere für spezielle Personengruppen, sowie rechtliche Hintergründe und Verantwortlichkeiten

**Lehrformen / Sprache**

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

**Prüfungsformen**

- Klausur 'Interdisziplinäre Aspekte im Arbeitsschutz' (60 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
- Mündlich 'Interdisziplinäre Aspekte im Arbeitsschutz' (15 Min.)
- Übungsaufgaben zur Vorbereitung auf die Modulabschlussprüfung (60h, Bearbeitungszeit jeweils 2 Wochen, Abgabefristen werden am Anfang des Semesters bekannt gegeben)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
- Bestandene mündliche Prüfung
- Bestandene Übungsaufgaben

**Verwendung des Moduls**

keine Angabe

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Konstruktionstechnik A</b>					
Engineering Design A					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	1. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Technische Darstellung, Funktion und Wirkmechanismen von grundlegenden Maschinenelementen			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Beate Bender					
a) Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Modellbildung und Berechnung:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können ingenieurtechnische Probleme modellieren, indem sie technische Bauteile und Systeme mithilfe analytischer Vorgehensweisen aus der Mechanik abstrahieren und vereinfachen, um in einem nächsten Schritt ausgewählte Berechnungsmethoden (u.a. zur Dimensionierungs- und Auslegungsrechnung) anwenden zu können.</li> <li>• Die Studierenden können ausgewählte Berechnungsmethoden (u.a. zur Dimensionierungs- und Auslegungsrechnung) an ausgewählten technischen Bauteilen und Systemen anwenden, indem sie technische Regeln, Normen und Richtlinien zur Berechnung nutzen, um Beanspruchungen und Verformungen bestimmen und bewerten zu können.</li> <li>• Die Studierenden können geeignete Berechnungsmethoden für ausgewählte technische Bauteile und Systeme (und Probleme) auswählen, indem sie technische Regeln und Richtlinien anwenden, um Dimensionierungs- und Auslegungsrechnung durchzuführen.</li> </ul>					
Skizzieren und Konstruieren:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Skizzen und Zeichnungen von technischen Bauteilen und Systemen aus eigenen und fremden Ideen erstellen indem sie Werkzeuge der darstellenden Geometrie, Zeichnungsrichtlinien und Normen anwenden um normgerechte Gesamt- und Werkstattzeichnungen zu erstellen.</li> <li>• Die Studierenden können ausgewählte Bauteile und eigene Ideen von Bauteilen unter Funktions-, Fertigungs- und Montageanforderungen konzipieren und gestalten, indem sie technische Regeln, Richtlinien und Normen für beanspruchungs-, verformungs- und fertigungsgerechtes Gestalten sowie die Grundlagen des methodischen Konstruierens (basierend auf der VDI 2221) anwenden, um normgerechte Gesamt- und Werkstattzeichnungen erstellen zu können.</li> <li>• Die Studierenden können Zeichnungen von ausgewählten technischen Bauteilen und Systemen normgerecht Bemaßen sowie Passungen und Toleranzen anwenden/bestimmen, indem sie Normen und Normtabellen zur Hilfe nehmen, um normgerechte Gesamt- und Werkstattzeichnungen erstellen zu können.</li> </ul>					

- Die Studierenden (kennen ausgewählte CAD-Systemen und) können digitale technische Darstellungen erstellen indem sie ausgewählte CAD-Systeme nutzen, um normgerechte Gesamt- und Werkstattzeichnungen ableiten zu können.

**Inhalte**

a)

- Vorgehen beim Entwickeln technischer Produkte im Kontext KT
- Darstellende Geometrie und Skizzieren
- Dreitafelprojektion, Schnitte und Schraffuren
- Skizzieren technischer Systeme
- Gestaltungsregeln für Wellen, Deckel, Freistiche, Zentrierbohrungen, Fasen
- Normbauteile, Normgerechte Darstellung von Gewinden, Schrauben, Muttern, Wälzlagern, Zahnrädern
- Bemaßungen, ISO-Toleranzen, Form- und Lagetoleranzen
- Anfertigen technischer Zeichnungen
- Erstellung von Baugruppen
- Einführung CAD
- Einstieg Wälzlager

**Lehrformen / Sprache**

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

**Prüfungsformen**

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

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

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

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**



<b>Konstruktionstechnik B</b>					
Engineering Design B					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	2. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Auswahl, Auslegung, Dimensionierung und Gestaltung von Maschinenelementen			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Beate Bender a) Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Kenntnisse der Inhalte aus dem Modul Konstruktionstechnik A					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Modellbildung und Berechnung:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können ingenieurtechnische Probleme modellieren, indem sie technische Bauteile und Systeme mithilfe analytischer Vorgehensweisen aus der Mechanik abstrahieren und vereinfachen, um in einem nächsten Schritt ausgewählte Berechnungsmethoden (u.a. zur Dimensionierungs- und Auslegungsrechnung) anwenden zu können.</li> <li>• Die Studierenden können ausgewählte Berechnungsmethoden (u.a. zur Dimensionierungs- und Auslegungsrechnung) an ausgewählten technischen Bauteilen und Systemen anwenden, indem sie technische Regeln, Normen und Richtlinien zur Berechnung nutzen, um Beanspruchungen und Verformungen bestimmen und bewerten zu können.</li> <li>• Die Studierenden können geeignete Berechnungsmethoden für ausgewählte technische Bauteile und Systeme (und Probleme) auswählen, indem sie technische Regeln und Richtlinien anwenden, um Dimensionierungs- und Auslegungsrechnung durchzuführen.</li> </ul>					
Skizzieren und Konstruieren:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Skizzen und Zeichnungen von technischen Bauteilen und Systemen aus eigenen und fremden Ideen erstellen indem sie Werkzeuge der darstellenden Geometrie, Zeichnungsrichtlinien und Normen anwenden um normgerechte Gesamt- und Werkstattzeichnungen zu erstellen.</li> <li>• Die Studierenden können ausgewählte Bauteile und eigene Ideen von Bauteilen unter Funktions-, Fertigungs- und Montageanforderungen konzipieren und gestalten, indem sie technische Regeln, Richtlinien und Normen für beanspruchungs-, verformungs- und fertigungsgerechtes Gestalten sowie die Grundlagen des methodischen Konstruierens (basierend auf der VDI 2221) anwenden, um normgerechte Gesamt- und Werkstattzeichnungen erstellen zu können.</li> <li>• Die Studierenden können Zeichnungen von ausgewählten technischen Bauteilen und Systemen normgerecht Bemaßen sowie Passungen und Toleranzen anwenden/bestimmen, indem sie Normen und Normtabellen zur Hilfe nehmen, um normgerechte Gesamt- und Werkstattzeichnungen erstellen zu können.</li> <li>• Die Studierenden (kennen ausgewählte CAD-Systemen und) können digitale technische Darstellungen erstellen indem sie ausgewählte CAD-Systeme nutzen, um normgerechte Gesamt- und Werkstattzeichnungen ableiten zu können.</li> </ul>					

**Inhalte**

a)

- Berechnung und Gestaltung von Systemen der Antriebstechnik
- Einordnung von Auslegung im Unterschied zu Nachrechnung
- Grundlagen der Mechanik und Modellbildung für die Konstruktionstechnik
- Form- und kraftschlüssige Welle-Nabe-Verbindungen
- Elastische Elemente, Federn
- Grundlagen der Festigkeitsberechnung: Nennspannung, Vergleichsspannung, Wöhler- und Smith-Diagramm
- Festigkeitsberechnung Wellen und Achsen
- Schrauben und Schraubenverbindungen
- Wälzlagerungen mit Fest-Los-Lagerprinzip
- Dichtungen
- Anwendung des Gelernten am Beispiel der Konzeption, Auslegung und Gestaltung eines gelagerten und gedichteten Wellensystems

**Lehrformen / Sprache**

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

**Prüfungsformen**

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

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

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

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Konstruktionstechnik C</b>					
Engineering Design C					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	3 Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Auswahl, Auslegung, Dimensionierung und Gestaltung antriebstechnischer Komponenten			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Beate Bender a) Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlen: Kenntnisse der Inhalte aus dem Modul Konstruktionstechnik A und B					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Modellbildung und Berechnung:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können ingenieurtechnische Probleme modellieren, indem sie technische Bauteile und Systeme mithilfe analytischer Vorgehensweisen aus der Mechanik abstrahieren und vereinfachen, um in einem nächsten Schritt ausgewählte Berechnungsmethoden (u.a. zur Dimensionierungs- und Auslegungsrechnung) anwenden zu können.</li> <li>• Die Studierenden können ausgewählte Berechnungsmethoden (u.a. zur Dimensionierungs- und Auslegungsrechnung) an ausgewählten technischen Bauteilen und Systemen anwenden, indem sie technische Regeln, Normen und Richtlinien zur Berechnung nutzen, um Beanspruchungen und Verformungen bestimmen und bewerten zu können.</li> <li>• Die Studierenden können geeignete Berechnungsmethoden für ausgewählte technische Bauteile und Systeme (und Probleme) auswählen, indem sie technische Regeln und Richtlinien anwenden, um Dimensionierungs- und Auslegungsrechnung durchzuführen.</li> </ul>					
Skizzieren und Konstruieren:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden können Skizzen und Zeichnungen von technischen Bauteilen und Systemen aus eigenen und fremden Ideen erstellen indem sie Werkzeuge der darstellenden Geometrie, Zeichnungsrichtlinien und Normen anwenden um normgerechte Gesamt- und Werkstattzeichnungen zu erstellen.</li> <li>• Die Studierenden können ausgewählte Bauteile und eigene Ideen von Bauteilen unter Funktions-, Fertigungs- und Montageanforderungen konzipieren und gestalten, indem sie technische Regeln, Richtlinien und Normen für beanspruchungs-, verformungs- und fertigungsgerechtes Gestalten sowie die Grundlagen des methodischen Konstruierens (basierend auf der VDI 2221) anwenden, um normgerechte Gesamt- und Werkstattzeichnungen erstellen zu können.</li> <li>• Die Studierenden können Zeichnungen von ausgewählten technischen Bauteilen und Systemen normgerecht Bemaßen sowie Passungen und Toleranzen anwenden/bestimmen, indem sie Normen und Normtabellen zur Hilfe nehmen, um normgerechte Gesamt- und Werkstattzeichnungen erstellen zu können.</li> <li>• Die Studierenden (kennen ausgewählte CAD-Systemen und) können digitale technische Darstellungen erstellen indem sie ausgewählte CAD-Systeme nutzen, um normgerechte Gesamt- und Werkstattzeichnungen ableiten zu können.</li> </ul>					

**Inhalte**

a)

- Einführung in die Berechnung und Gestaltung von Systemen der Antriebstechnik
- Weitere Lagerungsprinzipien und -bauformen: Angestellte und schwimmende Lagerung, Gleitlagerung, EHD-Theorie
- Technische Zuverlässigkeit, Zeitfestigkeit
- Kupplungen und Bremsen
- Relevante Belastungen und Beanspruchung: Lastkollektive, Knicken, Stabilität
- Zahnradgetriebe I
- Anwendung des Gelernten am Beispiel der Konzeption, Auslegung und Gestaltung eines einfachen Antriebssystems
- Zeichnerische Gestaltung I

**Lehrformen / Sprache**

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

**Prüfungsformen**

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

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

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

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Konstruktionstechnik D</b>					
Engineering Design D					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Konstruktion im Maschinenbau			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Beate Bender					
a) Prof. Dr.-Ing. Peter Tenberge					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlen: Kenntnisse der Inhalte aus dem Modul Konstruktionstechnik A, B und C					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Modellbildung und Berechnung:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können ingenieurtechnische Probleme modellieren, indem sie technische Bauteile und Systeme mithilfe analytischer Vorgehensweisen aus der Mechanik abstrahieren und vereinfachen, um in einem nächsten Schritt ausgewählte Berechnungsmethoden (u.a. zur Dimensionierungs- und Auslegungsrechnung) anwenden zu können.</li> <li>Die Studierenden können ausgewählte Berechnungsmethoden (u.a. zur Dimensionierungs- und Auslegungsrechnung) an ausgewählten technischen Bauteilen und Systemen anwenden, indem sie technische Regeln, Normen und Richtlinien zur Berechnung nutzen, um Beanspruchungen und Verformungen bestimmen und bewerten zu können.</li> <li>Die Studierenden können geeignete Berechnungsmethoden für ausgewählte technische Bauteile und Systeme (und Probleme) auswählen, indem sie technische Regeln und Richtlinien anwenden, um Dimensionierungs- und Auslegungsrechnung durchzuführen.</li> </ul>					
Skizzieren und Konstruieren:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden können Skizzen und Zeichnungen von technischen Bauteilen und Systemen aus eigenen und fremden Ideen erstellen indem sie Werkzeuge der darstellenden Geometrie, Zeichnungsrichtlinien und Normen anwenden um normgerechte Gesamt- und Werkstattzeichnungen zu erstellen.</li> <li>Die Studierenden können ausgewählte Bauteile und eigene Ideen von Bauteilen unter Funktions-, Fertigungs- und Montageanforderungen konzipieren und gestalten, indem sie technische Regeln, Richtlinien und Normen für beanspruchungs-, verformungs- und fertigungsgerechtes Gestalten sowie die Grundlagen des methodischen Konstruierens (basierend auf der VDI 2221) anwenden, um normgerechte Gesamt- und Werkstattzeichnungen erstellen zu können.</li> <li>Die Studierenden können Zeichnungen von ausgewählten technischen Bauteilen und Systemen normgerecht Bemaßen sowie Passungen und Toleranzen anwenden/bestimmen, indem sie Normen und Normtabellen zur Hilfe nehmen, um normgerechte Gesamt- und Werkstattzeichnungen erstellen zu können.</li> <li>Die Studierenden (kennen ausgewählte CAD-Systemen und) können digitale technische Darstellungen erstellen indem sie ausgewählte CAD-Systeme nutzen, um normgerechte Gesamt- und Werkstattzeichnungen ableiten zu können.</li> </ul>					

**Inhalte**

a)

- Grundverständnis geschmierter Kontakte
- Wälzlagerlebensdauern erweitert, Gleitlager
- Zahnradgetriebe II – Tragfähigkeit, Verzahnungsgestaltung und weitere Getriebeformen
- Zugmittelgetriebe
- Führungen und Dichtungen
- Umsetzung der Lehrinhalte am Beispiel der Konzeption, Auslegung und Gestaltung eines komplexen Antriebssystems
- Anwendung des Gelernten an praxisnahen Anwendungsbeispielen
- Zeichnerische Gestaltung II

**Lehrformen / Sprache**

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

**Prüfungsformen**

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

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

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

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Kälte- und Wärmepumpentechnik</b>					
Refrigeration Engineering					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	6. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Kälte- und Wärmepumpentechnik			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Christian Doetsch					
a) Prof. Christian Doetsch					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Studierenden verschiedene Prozesse und der Komponenten zur Bereitstellung von Kälte oder Wärme vorrangig mittels von Kreisprozessen</li> <li>• kennen sie die Thermodynamik der Kälte- und Wärmepumpentechnik vor allem der linkslaufenden Kreisprozesse</li> <li>• können sie Prozesse auslegen und Prozessparameter berechnen</li> <li>• können sie verschiedene Prozesse und Arbeitsmedien vergleichen</li> <li>• können sie ingenieurtechnische Grundlagen aus dem Bachelor-Studium zur Analyse und Bewertung der Prozesse anwenden</li> <li>• wenden die Studierenden das Erlernte an mittels Eigenlernaufgaben und durch Erarbeitung eigener fachlicher Inhalte aus qualitativ verschiedenen Literaturquellen und Sprachen (Deutsch, Englisch).</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
Die Vorlesung vermittelt einen anwendungsorientierten Überblick über das Themenfeld der Wärmepumpen- und Kältemaschinenteknik, als Schlüsseltechnologie für die Wärme-/Kältebereitstellung im nachhaltigen und cross-sektoralen Energiesystem der Zukunft. Hierbei steht der linkslaufende Carnot-Kreisprozess (Wärmepumpen, Kompressionskältemaschinen) im Mittelpunkt, flankiert von weiteren, Abwärme-nutzenden und damit nachhaltigen Kälteprozessen.					
Neben den verschiedenen Technologien werden deren Anwendung und aktuelle Entwicklungen vorgestellt sowie Auslegungsrechnungen für Wärmepumpen und Kälteanlagen in Form von Übungsaufgaben durchgeführt.					
Das Modul vermittelt damit einen breiten Überblick über das Themenfeld und ermöglicht die Auslegung und Berechnung von Wärmepumpen und Kälteprozessen.					
Das Modul gliedert sich dabei wie folgt:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Kälte- und Wärmepumpentechnik</li> </ul>					

- Linkslaufende Carnot-Kreisprozesse: Wärmepumpen und Kompressionskältemaschinen (Prozessführung, Varianten, Umweltaspekte)
- Absorptionskältemaschinen (Funktionsprinzip, Ammoniak/Wasser- und Wasser/LiBr-Maschinen)
- Weitere Kälteverfahren (Adsorptions-, Dampfstrahlkältemaschinen)
- Wirtschaftlichkeit der Prozesse und Auslegung der Anlagen

**Lehrformen / Sprache**

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

**Prüfungsformen**

• Klausur 'Kälte- und Wärmepumpentechnik' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %, Bei Teilnehmerzahl kleiner 10 kann der Prüfer statt einer Klausur eine mündliche Prüfung anbieten.)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

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

**Verwendung des Moduls**

- BSc Maschinenbau
- BSc Sales Engineering and Product Management

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

Vorlesung + Übung (2+2 SWS), deutsch (Folien mit englischer Kurzerläuterung), Übungen im flipped classroom Format.



<b>Laseranwendungen in der Materialforschung und Mikrotechnik</b>					
Laser Applications in Materials Research and Microengineering					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Laseranwendungen in der Materialforschung und Mikrotechnik			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Andreas Ostendorf					
a) Prof. Dr.-Ing. Cemal Esen					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind die Studierenden in der Lage, die besonderen Eigenschaften des Lasers nachzuvollziehen und diese für die verschiedenen Anwendungen zu bewerten.</li> <li>• kennen die Studierenden die physikalischen Prinzipien der verschiedenen spektroskopischen Verfahren und können diese den geeigneten Anwendungsbereichen zuordnen</li> <li>• kennen die Studierenden die unterschiedlichen Anwendungsgebiete der Laser im Bereich der Mikrotechnik und können die verschiedenen Prozesse verstehen und theoretisch anwenden</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, die unterschiedlichen Laserstrahlquellen hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu unterscheiden und für eine konkrete Aufgabenstellung die richtige Quelle auszuwählen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Optik</li> <li>• Lasergrundlagen</li> <li>• Spektroskopische Methoden</li> <li>• Generative Verfahren und Zwei-Photonen-Polymerisation</li> <li>• Nanopartikelsynthese durch Laserablation</li> <li>• Mikrostrukturierung</li> <li>• Mikrooptik</li> <li>• Optische Datenspeicherung</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Vorlesung mit Übung / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
• Mündlich 'Laseranwendungen in der Materialforschung und Mikrotechnik' (30 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
Bestandene Modulabschlussprüfung: Mündliche Prüfung					
<b>Verwendung des Moduls</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• BSc. Maschinenbau</li> </ul>					

- BSc. Sales Engineering and Product Management
- BSc. Materialwissenschaft

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Leichtmetalle und Verbundwerkstoffe</b>					
Light Metals and Composite Materials					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	6. Sem.	1 Semester	10
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Leichtmetalle			a) 2 SWS (30 h)	a) 45 h	a) jedes SoSe
b) Verbundwerkstoffe			b) 2 SWS (30 h)	b) 45 h	b) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler					
a) Prof. Dr.-Ing. Birgit Skrotzki					
b) Prof. Dr. Alexander Hartmaier					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls,					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Studierende die werkstoffwissenschaftlichen Grundlagen der Leichtmetalle und Verbundwerkstoffe.</li> <li>• verstehen Studierende die Legierungskonzepte und die Verfestigungsmechanismen von Leichtmetallen sowie die Designkonzepte von Verbundwerkstoffen.</li> <li>• kennen Studierende exemplarisch den Stand moderner Forschung, Anwendungsbeispiele und verfügen über ein entsprechendes Fachvokabular.</li> <li>• wenden Studierende ihre Kenntnisse an, um eine geeignete Leichtmetalllegierung für einen bestimmten Anwendungs-/Belastungsfall auszuwählen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
Vermittlung von werkstoffwissenschaftlichen Grundlagen der Leichtmetalle Aluminium, Magnesium, Titan und ihrer Legierungen (Herstellung und Verarbeitung, mikrostruktureller Aufbau, mechanische Eigenschaften, Widerstand gegen Korrosion, Verbindungstechniken)					
Erläuterung von Strategien der Legierungsentwicklung (naturharte bzw. aushärtbare Legierungen)					
Vorstellung prominente Legierungsvertreter (wie etwa Al 7075 und TiAl6V4) und ihre typischen Einsatzgebiete wie z. B. in der Luftfahrt oder im Verkehrswesen					
b)					
Einführung in das Konzept der Verbundwerkstoffe durch Kombination von Eigenschaften verschiedenartiger Werkstoffe (meist: duktile Matrix und hochfeste, spröde Hartphase) zum Einstellen maßgeschneiderter Werkstoffeigenschaften					
Besprechung der räumlichen Anordnung der Komponenten des Verbundwerkstoffs und deren chemische, mikrostrukturelle und mikromechanische Wechselwirkungen					
Ableitung der Eigenschaften von Verbundwerkstoffen mit Blick auf Herstellung und Einsatzgebiete (insbesondere im Leichtbau für die Luft- und Raumfahrt)					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung / Seminar / Deutsch					
b) Übung / Seminar / Deutsch					

**Prüfungsformen**

- Klausur 'Leichtmetalle und Verbundwerkstoffe' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

- BSc Maschinenbau
- BSc Sales Engineering and Product Management
- BSc Materialwissenschaften

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Maschinenbau in der Praxis (Ringvorlesung)</b>					
Mechanical Engineering in Practice					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	2 LP	60 h	1.+ 2. Sem.	2 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Maschinenbau in der Praxis 1			a) 2 SWS (30 h)	a) 0 h	a) jedes Sem.
b) Maschinenbau in der Praxis 2			b) 2 SWS (30 h)	b) 0 h	b) jedes Sem.
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Andreas Kilzer					
a) Prof. Dr.-Ing. Andreas Kilzer					
b) Prof. Dr.-Ing. Andreas Kilzer					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Studierende lernen in dem Modul folgendes kennen:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwürfe für Maschinen, Anlagen und Prozesse nach spezifizierten Anforderungen.</li> <li>• Anforderungen an Maschinen, Anlagen und Prozesse und diese im Zusammenhang von größeren Systemen kritisch zu hinterfragen</li> <li>• grundlegendes Verständnis für Entwurfsmethoden</li> <li>• Gestaltung und die Bewertung der Leistung von Maschinen, Anlagen und Prozessen, auch über die rein technische Funktion hinaus</li> <li>• Analyse von Problemen</li> <li>• Entwurfsprobleme im Kontext komplexer Systeme unter ausgewogener Berücksichtigung technischer, ökonomischer, ökologischer, rechtlicher und gesellschaftlicher Randbedingungen</li> <li>• die nicht-technischen Auswirkungen der Ingenieur Tätigkeit</li> </ul>					
Übergeordnete Ziele					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Besseres Verständnis für die Verbindung zwischen Theorie und Praxis.</li> <li>• Visualisierung von Problemstellungen</li> <li>• Problembewusstsein schärfen</li> <li>• Unterstützung bei der weiteren Studienplanung</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
b)					
<p>Mit dem Modul Maschinenbau in der Praxis soll zu Beginn des Studiums Praxis in den Hörsaal geholt werden. Hierzu präsentieren Hochschullehrerinnen und zum Teil eingeladene FirmenvertreterInnen ausgeführte Projekte im Maschinenbau. Um einen ganzheitlichen Einblick in die Tätigkeiten eines Maschinenbauingenieurs in der Praxis zu bekommen, werden möglichst sämtliche Phasen von der Projektierung bis zur Fertigstellung betrachtet. Thematisch wird aus mindestens jedem Institut der Fakultät ein Projekt vorgestellt, so dass den Studierenden bereits eine erste Orientierung für die spätere Schwerpunktwahl gegeben wird.</p>					

**Lehrformen / Sprache**

- a) Vorlesung (2 SWS) / Deutsch
- b) Vorlesung (2 SWS) / Deutsch

**Prüfungsformen**

- Anwesenheitspflicht (60%, unbenotet)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Anwesenheit (60 %)

**Verwendung des Moduls**

BSc. Maschinenbau

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Maschinendynamik</b> Dynamics of Machines					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 5 LP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 5. Sem.	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Maschinendynamik			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS (60 h)	<b>Selbststudium</b> a) 90 h	<b>Turnus</b> a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr. Tamara Nestorovic a) Prof. Dr. Tamara Nestorovic					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematik I und II, sowie in Statik, Festigkeitslehre und Dynamik müssen vorhanden sein.					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Die Studierenden sollen nach Abschluss des Moduls das nötige Grundlagenwissen erworben und auf dem Gebiet der Angewandten Mechanik eingesetzt haben, um dynamisch beanspruchte Maschinen und Maschinenteile berechnen, auftretende Phänomene analysieren und wichtige Kenngrößen näherungsweise angeben zu können.  Sie können Theorien und Methoden zu Erstellung, Analyse und Beurteilung der Ersatzmodelle sowie empirische Befunde für die Untersuchung der Schwingungsphänomene der dynamischen Maschinenteile und Maschinen. Sie sind in der Lage, Standardaufgaben nachzuvollziehen und selbständig zu bearbeiten. Sie können durch das Erlernen des Moduls die Erkenntnisse auf konkrete ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen übertragen.					
<b>Inhalte</b> a) Ersatzmodelle für reale dynamische Systeme; Aufstellung der Differentialgleichungen der Bewegung von diskreten und kontinuierlichen Systemen; Freie ungedämpfte und gedämpfte Schwingungen; Eigenwertproblem; Erzwungene Schwingungen; Resonanz; Schwingungstilgung; Methoden zu näherungsweise Berechnung der wichtigsten Kenngrößen dynamischer Strukturen: Rayleigh- und Grammelquotienten; Methode nach Dunkerley; Modalanalyse, experimentelle Modalanalyse; Schwingungsisolierung (aktiv/passiv); kritische Drehzahlen; Unwucht und Unwuchtausgleich; experimentelle Vorführungen/Übungen.					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> • Klausur 'Maschinendynamik' (180 Min., Anteil der Modulnote 100 %) • Optionale Hausarbeit auf Basis der experimentellen Vorführungen/Übungen zur Erreichung von Bonuspunkten für die Klausur (30 Stunden, max. 10 Seiten, Abgabefrist spätestens am Tag vor dem Klausurtermin im Klausurzeitraum des Wintersemesters)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b>					

BSc Maschinenbau

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**



<b>Materials Processing I+II: Pulvermetallurgie und Beschichtungstechnik</b>					
Materials Processing: Coating Technology and Powder Metallurgy					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	20
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Beschichtungstechnik			a) 2 SWS (30 h)	a) 45 h	a) jedes WiSe
b) Pulvermetallurgie			b) 2 SWS (30 h)	b) 45 h	b) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof Dr.-Ing. Sebastian Weber					
a) Prof. Robert Vaßen					
b) Apl.-Prof. Dr. Martin Bram					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden folgende fachspezifischen/ inhaltlichen Kompetenzen:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden kennen wesentliche Beschichtungsverfahren und Beschichtungswerkstoffe. Sie verstehen deren physikalische und chemische Grundlagen, sowie die wesentlichen Versagens- und Alterungsmechanismen.</li> <li>• Die Studierenden kennen die komplette Prozesskette der pulvermetallurgischen Fertigung vom Pulver bis zum fertigen Bauteil, die Besonderheiten pulvermetallurgischer Werkstoffe, sowie die wesentlichen pulvermetallurgischen Formgebungsverfahren. Weiterhin verstehen sie die metallkundlichen Vorgänge beim Sintern.</li> <li>• Die Studierenden wenden das Wissen an, um für konkrete Anwendungen das geeignete Beschichtungsverfahren bzw. die geeignete pulvermetallurgische Route auszuwählen und diese in Bezug auf das geforderte Eigenschaftsprofil unter Einbeziehung von Kostenaspekten zu bewerten.</li> </ul>					
fachübergreifende/generische Kompetenzen:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durch die vermittelte Fähigkeit zum vernetzten und kritischen Denken können die Studierenden konkrete maschinenbauliche/ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen analysieren und daraus einen systematischen Lösungsansatz unter Berücksichtigung industrieller Aspekte erarbeiten. Hierzu tragen Informationen zu Software-Lösungen mit speziellem Bezug zur Thematik, sowie ein Überblick zur internationalen Forschungslandschaft und zu den Keyplayern der beiden Technologien bei.</li> <li>• Die Studierenden besitzen eine interdisziplinäre Methodenkompetenz, die eine umfassende Bewertung technischer Fragestellungen unter Berücksichtigung physikalischer und chemischer Grundlagen ermöglicht.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
Die Beschichtungstechnik als Mittel zur Verbesserung der Gebrauchseigenschaften von Grundwerkstoffen, z.B. die Beschichtung zur Verbesserung des Korrosions-, Oxidations- oder Verschleißverhaltens, zur Wärmedämmung oder mit sonstigen funktionellen Eigenschaften. Abscheidungsverfahren aus der Gasphase, thermische Spritzverfahren sowie Tauchverfahren und Sinterverfahren. Spannungen in Schichten und Versagensmechanismen.					
b)					

Wesentliche Prozessschritte und Formgebungsverfahren der Pulvermetallurgie (Pulverherstellung und –aufbereitung, Presstechnik, Metallpulverspritzguss, Heißisostatisches Pressen, kurze Einführung in additive Fertigungstechnologien) atomare Vorgänge beim Sintern, Sekundärbehandlungsschritte, Anwendung der Pulvermetallurgie für Sinterstähle, Hartmetalle, Funktionsbauteile mit definierter Porosität, Implantate, Hochtemperaturwerkstoffe, Marktsituation für pulvermetallurgische Bauteile, Automatisierung von pulvermetallurgischen Prozessketten unter Berücksichtigung digitaler Aspekte

**Lehrformen / Sprache**

- a) Blockseminar / Deutsch
- b) Blockseminar / Deutsch

**Prüfungsformen**

- Klausur 'Materials Processing: Beschichtungstechnik und Pulvermetallurgie' (180 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

- BSc. Maschinenbau
- BSc. Sales Engineering and Product Management
- BSc. Materialwissenschaft

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

Präsentation mittels Beamer und Tafel, praktische Demonstrationen im Labor, bei mehr als 6 Interessenten Exkursion zu einem pulvermetallurgischen Industriebetrieb

<b>Mechanik A</b>					
Mechanics A					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
BI-02/UI-02	9 LP	270 h	1. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Mechanik A			a) 7 SWS (105 h)	a) 165 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani					
a) Prof. Dr. rer. nat. K. Hackl, Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Die Studierenden					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind mit den für die weiterführenden Lehrveranstaltungen wesentlichen Terminologien und Denkweisen hinsichtlich der Mechanik starrer Körper vertraut,</li> <li>• sind in der Lage, statische Gegebenheiten zu abstrahieren, auf das Wesentliche zu reduzieren und dieses Ergebnis mit den Methoden der Mathematik zu verarbeiten,</li> <li>• sind in der Lage, Kräftesysteme und Körper sowie die Einwirkungen, die diese Kräftesysteme auf die Körper im Zustand der Ruhe und der Bewegung ausüben, zu beschreiben und rechnerisch zu analysieren.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Allgemeine Grundlagen: Physikalische Größen, Bezugssysteme, Eigenschaften von Körpern und Kräften, SI-Einheiten</li> <li>• Zentrale ebene und räumliche Kräftesysteme: Reduktion, Gleichgewicht</li> <li>• Allgemeine ebene und räumliche Kräftesysteme: Äquivalenzsätze für Kräfte, das Moment einer Kraft, Kräftepaar, Reduktion, Gleichgewicht</li> <li>• Allgemeines zur Kinetik: Grundbegriffe der Kinematik, Grundgesetz der Mechanik, Energiebetrachtungen</li> <li>• Metrische Größen von Körpern, Flächen, Linien: Momente vom Grade 0 und 1, Schwerpunkt, idealisierte Körper</li> <li>• Gestützte Körper: stat. best. Lagerung, Auflager-Reaktionen, Haftung und Reibung</li> <li>• Schnittgrößen: Schnittprinzip, Differentialbeziehungen für gerade Stäbe, Zustandslinien</li> <li>• Systeme von Körpern: kinemat. und stat. Bestimmtheit, Zustandslinien, Fachwerke</li> <li>• Energiemethoden in der Statik, Stabilität des Gleichgewichts</li> <li>• Spannungsbegriff und mehrdimensionale Spannungszustände</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Vorlesung (3 SWS) / Übung (4 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
• Klausur 'Mechanik A' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur</li> </ul>					

**Verwendung des Moduls**

- BSc Bauingenieurwesen
- BSc Maschinenbau
- BSc Umweltingenieurwesen
- BSc Materialwissenschaften

**Stellenwert der Note für die Endnote**

Anteil an der Gesamtnote [%] =  $9 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Mechanik B</b>					
Mechanics B					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
BI-07	8 LP	240 h	2. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Mechanik B			a) 6 SWS (90 h)	a) 150 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr. rer. nat. K. Hackl					
a) Prof. Dr. rer. nat. K. Hackl, Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: Mechanik A, Mathematik A					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Die Studierenden					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind mit den für die weiterführenden Lehrveranstaltungen wesentlichen Terminologien und Denkweisen hinsichtlich der Mechanik deformierbarer Körper vertraut,</li> <li>• sind in der Lage, elastostatische Gegebenheiten zu abstrahieren, auf das Wesentliche zu reduzieren und dieses Ergebnis mit den Methoden der Mathematik zu verarbeiten,</li> <li>• sind in der Lage, Deformationen, Verzerrungen und Spannungen in allgemein belasteten Balkensystemen zu beschreiben und rechnerisch zu analysieren.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Mechanik deformierbarer Körper: Verzerrungen</li> <li>• Materialgesetze: linear-elastische Körper, Festigkeitshypothesen</li> <li>• Elementare Festigkeitslehre des dreidimensionalen Biegebalkens für allgemeine Belastungszustände: Biegenormalspannungen, Flächenträgheitsmomente, Schubspannungen aus Querkraft, Differentialgleichung der Biegelinie, Verbundquerschnitte</li> <li>• Schubmittelpunkt und Torsion prismatischer Stäbe</li> <li>• Energiemethoden in der Festigkeitslehre: Prinzip der virtuellen Kräfte, Berechnung statisch unbestimmter Systeme</li> <li>• Gleichgewicht am verformten Körper, Knickung</li> </ul>					
Die Vorlesung wird durch zahlreiche Anwendungen und Beispiele ergänzt.					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (3 SWS) / Vorlesung (3 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
• Klausur 'Mechanik B' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
• Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• BSc Bauingenieurwesen</li> <li>• BSc Maschinenbau</li> </ul>					

**Stellenwert der Note für die Endnote**

Anteil an der Gesamtnote [%] =  $8 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Mechanik C</b>					
Mechanics C					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
BI-P03	5 LP	150 h	3. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Mechanik C			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr. rer. nat. K. Hackl					
a) Prof. Dr. rer. nat. K. Hackl, Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse aus dem Bachelorstudium in Mechanik und Mathematik					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Die Studierenden					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind mit den für die weiterführenden Lehrveranstaltungen wesentlichen Terminologien und Denkweisen hinsichtlich der Dynamik starrer Körper vertraut,</li> <li>• sind in der Lage, den Bewegungszustand von punktförmigen sowie räumlich ausgedehnten Körpern aufgrund der wirkenden Kräfte und Momente zu beschreiben und mathematisch zu analysieren.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik des Massenpunktes: Darstellung in verschiedenen Basissystemen</li> <li>• Kinetik des Massenpunktes: eindimensionale und allgemeine freie und geführte Bewegungen</li> <li>• Kinematik starrer Körper: Kombination von Translation und Rotation, Momentanpol</li> <li>• Kinetik starrer Körper: Massen-Trägheitsmomente, Impuls- und Drehimpulssatz, Energiesatz</li> <li>• Ebene Bewegung starrer Körper: Kinematik, Bewegung um feste Achse, allgem. Bewegung</li> <li>• Elementare Theorie des Stoßes: Zentraler Stoß, allgemeine Stoßvorgänge</li> <li>• Übergang zu einem anderen Bezugssystem</li> <li>• Räumliche Bewegung starrer Körper einschl. Kreiseltheorie</li> <li>• Schwinger mit einem und zwei Freiheitsgraden</li> <li>• Hamilton'sches Prinzip</li> </ul>					
Die Vorlesung wird durch zahlreiche Anwendungen und Beispiele ergänzt.					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
• Klausur 'Mechanik C' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %, oder Mündliche Prüfung (30 Minuten). Die Prüfungsform wird je nach Teilnehmerzahl am Anfang eines jeden Semesters festgelegt.)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur bzw. mündliche Prüfung</li> </ul>					
<b>Verwendung des Moduls</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• MSc Bauingenieurwesen</li> <li>• BSc Maschinenbau</li> </ul>					

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**



<b>Mechanische Verfahrenstechnik</b>					
Mechanical Process Engineering					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Mechanische Verfahrenstechnik			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Marcus Petermann					
a) Prof. Dr.-Ing. Marcus Petermann					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind die Studierenden mit den Mechanismen und Operationen sowie den vertieften ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen der mechanischen Verfahrenstechnik vertraut.</li> <li>• lösen die Studierenden konkrete ingenieurtechnische Problemstellungen mit den Methoden, Erkenntnissen und Fertigkeiten der mechanischen Verfahrenstechnik.</li> <li>• nutzen die Studierenden Prinzipien der mechanischen Verfahrenstechnik, um komplexe mathematische Problemstellungen in Systemen zu bearbeiten.</li> <li>• verfügen die Studierenden über die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken und sind in der Lage fachspezifische Grundoperationen kritisch zu hinterfragen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
Die mechanische Verfahrenstechnik beschäftigt sich mit der Erzeugung, der Umwandlung, der Verarbeitung und der Handhabung von feinverteilten („dispersen“) Stoffen. Das Ziel der Vorlesung <i>Mechanische Verfahrenstechnik</i> ist es, einen Einstieg in die verfahrenstechnische Problembehandlung solcher Systeme zu ermöglichen. Aus diesem Grund werden in der Vorlesung die allgemeine Beschreibung von Partikelsystemen und die Funktionsweisen der Partikelmesstechnik behandelt. Ebenso werden das Lager-, Fließ- und Mischverhalten von Schüttgütern erläutert sowie deren Klassifizierung.					
Die Vorlesungseinheit wird mit einem Praktikum begleitet, in dem die Studierenden anhand eigener experimenteller Arbeiten Grundoperationen der mechanischen Verfahrenstechnik erlernen.					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (1 SWS) / Vorlesung (3 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
• Klausur 'Mechanische Verfahrenstechnik' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b>					
keine Angabe					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>					
Anteil an der Gesamtnote [%] = 5 * 100 * FAK / DIV					

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

---

**Sonstige Informationen**

---

<b>Mechatronische Systeme</b>					
Mechatronic Systems					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 5 LP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 6. Sem.	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Mechatronische Systeme			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS (60 h)	<b>Selbststudium</b> a) 120 h	<b>Turnus</b> a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr.-Ing. Beate Bender a) Dr.-Ing. Marc Neumann, Prof. Dr.-Ing. Beate Bender					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach der Teilnahme an dem Modul sind die Studierenden fähig, das Potenzial des integrativen Zusammenwirkens von Komponenten unterschiedlicher Fachdisziplinen zu erkennen und die Systemtechnik als Grundlage mechatronischer Systeme zu verstehen. Sie beherrschen die theoretische und experimentelle Modellbildung als Basis für die Analyse und Synthese mechatronischer Systeme und können Komponenten (Sensoren, Aktoren, Mikroprozessoren usw.) mechatronischer Systeme bedarfsgerecht auswählen und einsetzen. Die Studierenden sind in der Lage, eine Entwicklungsaufgabe im Bereich der Mechatronik arbeitsteilig im Team zu lösen und sich hierbei selbständig zu organisieren					
<b>Inhalte</b> a) Ausgehend von den im Bachelor-Studium behandelten Grundlagen der Konstruktionstechnik, Elektrotechnik und Regelungstechnik wird das Potential des integrativen Zusammenwirkens von Komponenten in mechatronischen Systemen auf der Basis physikalischer und technischer Zusammenhänge vermittelt. Einleitend werden die grundlegenden Begriffe und Systemzusammenhänge der Mechatronik orientiert am Referenzmodell mechatronischer Systeme erläutert und anhand exemplarischer Fallbeispiele veranschaulicht. Im ersten vertiefenden Abschnitt werden Modellbildung und Systementwurf auf der Basis systemtechnischer Analysen behandelt, im zweiten Abschnitt die Komponenten mechatronischer Systeme (Sensoren, Aktoren, Signalverarbeitung, Regler und Steuerungen) mit ihren Wirkprinzipien unter dem besonderen Aspekt der Systemintegration, und im dritten Abschnitt das Systemverhalten ausgewählter Beispiele. Die Vorlesung wird begleitet von mitlaufenden Übungen und einem das Semester begleitenden Praxisseminar, im Rahmen dessen die Studierenden in Teamarbeit ein mechatronisches System realisieren.					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> • Klausur 'Mechatronische Systeme' (180 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b> BSc Maschinenbau BSc Sales Engineering and Product Management					

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Menschenzentrierte Robotik</b>					
Human Centered Robotics					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	6 LP	180 h	5. Sem.	1 Semester	35
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Menschenzentrierte Robotik			a) 2 SWS (30 h)	a) 150 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter					
a) Prof. Dr. Annette Kluge, Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter, Dr. Laura Hoffmann					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Für den Kurs sollten die Studierenden Teamfähigkeit mitbringen und Interesse an interdisziplinären Themen haben, die über den ingenieurwissenschaftlichen Bereich hinausgehen (wie z.B. die psychologische Implikationen der Robotik).					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Zielsetzung:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle Studierenden haben Grundkenntnisse über die Entwicklungen, Anwendungsbereiche und die aktuellen Trends im Bereich der Mobilen und Servicerobotik.</li> <li>• Die Studierenden der Ingenieurwissenschaften verstehen die Funktionsweise und den Aufbau von Robotersystemen und sind in der Lage diese zu programmieren</li> <li>• Sie haben Grundkenntnisse über Forschungsmethoden der Mensch-Roboter-Interaktion, Mensch-Roboter-Kollaboration und sind in der Lage Gestaltungsempfehlungen auf Basis empirischer Befunde abzuleiten.</li> <li>• Alle Studierenden sind in der Lage die multimediale Landschaft zur Kommunikation zwischen Roboter und Mensch differenziert zu betrachten.</li> <li>• Sie haben die Fähigkeit kleinere Projekte selbständig innerhalb einer Gruppe zu planen und durchzuführen.</li> </ul>					
Kompetenzen:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verfügen über fachübergreifende Methodenkompetenz.</li> <li>• Sie erlernen die Arbeit in interdisziplinären Teams.</li> <li>• Sie können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete maschinenbauliche/ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen übertragen.</li> <li>• Sie lernen Grundlagen anderer Disziplinen im interdisziplinären Austausch kennen.</li> <li>• Sie verfügen über experimentelles Fachvokabular, kennen empirische Forschungsmethoden und die Grundlagen der Sozialpsychologie.</li> <li>• Sie können disziplinübergreifende Inhalte aus nicht technischen Bereichen reflektieren und verantwortungsbewusst neue Ansätze in den Projektarbeiten entwickeln.</li> <li>• Sie können durch die Projektarbeiten effektiv und effizient in Teams kommunizieren, diskutieren und ihre Arbeiten im Anschluss präsentieren</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
Die Studierenden werden in fachübergreifenden Gruppen an konkreten Problemstellungen im Bereich der menschenzentrierten Robotik arbeiten. Zur Gestaltung des sozio-technischen Systems aus					

Mensch(en) und Roboter(n), werden sowohl ingenieurwissenschaftliche als auch psychologische Fragen berücksichtigt.

Vorbereitend hierfür wird aus technischer Sicht eine thematische Einführung in die Historie, Anwendungsfeldern und Funktionsweisen von Robotersystemen gegeben. Dabei wird vor allem auf die mobile Servicerobotik und die Mensch-Roboter-Kollaboration eingegangen. Zur menschengerechten Gestaltung der Interaktion mit der Roboterplattform, wird eine Einführung in psychologische Effekte der Mensch-Technik-Interaktion gegeben, sowie die soziale Robotik und ihre Anwendungsfelder vorgestellt.

Auf dieser Basis bearbeiten die Studierenden dann in interdisziplinären Gruppen individuelle Problemstellungen unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten zur Weiterentwicklung einer mobilen Roboterplattform. Hierbei steht thematisch die erfolgreiche Kommunikation und Interaktion zwischen Mensch und Roboter (und der Eindruck des Roboters auf dem Menschen) im Vordergrund. Es besteht die Möglichkeit die ausgearbeiteten Lösungsansätze zu implementieren und somit eine Validierung des Konzeptes durchzuführen.

Die Studierenden werden bei der Projektplanung und dem Projektmanagement unterstützt, indem ihnen die Grundlagen des Projektablaufs für die jeweiligen Projektphasen vermittelt werden. Während der Projektlaufzeit wird durch Zwischengespräche die Projektentwicklung überprüft und reguliert. So werden die in der Lehrveranstaltung vorgestellten Methoden und das erlernte Wissen praktisch angewendet und das Arbeiten in interdisziplinären Projektgruppen eingeübt.

---

**Lehrformen / Sprache**

a) Vorlesung (2 SWS) / Deutsch

---

**Prüfungsformen**

- Hausarbeit 'Menschenzentrierte Robotik' ( <Ohne>, Anteil der Modulnote 100 %)

---

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Dokumentation und Präsentation
- Teilnahme an allen Zwischengesprächen

---

**Verwendung des Moduls**

Das Modul ist als interdisziplinäres Wahlmodul sowohl in den Ingenieurwissenschaften als auch in der Psychologie wählbar.

---

**Stellenwert der Note für die Endnote**

Anteil an der Gesamtnote [%] =  $6 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

---

**Sonstige Informationen**

---

<b>Mikrosensoren und -aktoren</b>					
Microsensors and –actuators					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 5 LP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 6. Sem.	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Mikrosensoren und -aktoren			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS (60 h)	<b>Selbststudium</b> a) 90 h	<b>Turnus</b> a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr.-Ing. Andreas Ostendorf a) Dr. Thomas Weigel					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• sind die Studierenden in der Lage, die physikalischen Grundlagen der verschiedenen Sensorprinzipien nachzuvollziehen und diese mit Text und Skizze zu beschreiben.</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, die unterschiedlichen Sensorprinzipien hinsichtlich ihres physikalischen Prinzips zu unterscheiden und für eine konkrete Aufgabenstellung mit gegebenen Randbedingungen einen geeigneten Sensor auszuwählen.</li> <li>• verstehen die Studierenden die Gesetzmäßigkeiten und Grenzen der Miniaturisierung von Mikrosensoren und -aktoren</li> <li>• kennen die Studierenden die verschiedenen Aktorprinzipien auf mikroskopischer Ebene und können diese den makroskopischen Effekten gegenüberstellen</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Temperatursensoren</li> <li>• Strahlungssensoren</li> <li>• Magnetfeldsensoren</li> <li>• Mechanische Sensoren</li> <li>• Chemische Sensoren</li> <li>• Aktoren</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Übung (1 SWS) / Vorlesung (3 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> • Mündlich 'Mikrosensoren und -aktoren' (30 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: Mündliche Prüfung					
<b>Verwendung des Moduls</b> BSc. Maschinenbau BSc. Sales Engineering and Product Management					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$					

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

---

**Sonstige Informationen**

---



<b>Naturwissenschaftliche Grundlagen (Physik, Chemie)</b>					
Natural Scientific Basics (Physics, Chemistry)					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	1. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Grundlagen der Chemie b) Grundlagen der Physik			a) 2 SWS (30 h) b) 2 SWS (30 h)	a) 45 h b) 45 h	a) jedes WiSe b) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Dipl.-Math. Torsten Cleve a) Prof. Dr. rer. nat. M. Muhler, Prof. Dr. rer. nat. Ferdi Schüth b) N.N.					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Gute naturwissenschaftliche Schulkenntnisse oder Besuch eines Vorkurses im Bereich Chemie und / oder Physik					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Studierende grundlegende Konzepte und Modellvorstellungen zum Verständnis chemischer Reaktionen und von Stoffeigenschaften</li> <li>• können Studierende im Labor und im Alltag mit auftretenden Stoffen und chemischen Reaktionen angemessen umgehen</li> <li>• Erhöhen Studierende die Kompetenz, chemische Prozesse wie die Rohstoffgewinnung und – aufarbeitung, die Halbleiterherstellung, die chemische Energiekonversion oder die Korrosion zu analysieren</li> <li>• Die Studierenden kennen die wichtigsten physikalischen Grundlagen des Maschinenbaus.</li> <li>• Die Studierenden praktizieren erste Ansätze wissenschaftlichen Lernens und Denkens.</li> <li>• Die Studierenden können physikalische Problemstellungen mit geeigneten Methoden lösen.</li> <li>• Die Studierenden verfügen über fachübergreifende Methodenkompetenz.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a) Es werden die Grundlagen des Aufbaus der Materie besprochen (Atombau), um den Aufbau des Periodensystems der Elemente verstehen zu können. Zudem sollen wichtige Konzepte der Chemie wie Energetik und Gleichgewichtsreaktionen vermittelt werden, die es den Studierenden erlauben, thermodynamische Berechnungen selbst durchzuführen. Abschließend werden einfache Reaktionstypen wie Reaktionen von Ionen in wässriger Lösung sowie Oxidations- und Reduktionsreaktionen eingeführt, welche z.B. für das chemische Verständnis von Korrosionsprozessen und Verbrennungsprozessen unerlässlich sind. Im zweiten Teil erfolgt ein Überblick zur Stoffchemie der Hauptgruppenelemente. Dabei wird zum einen das im ersten Teil vermittelte Wissen an Beispielen illustriert, zum anderen lernen die Studierenden typische Reaktionen, Eigenschaften und Verwendung bestimmter Elemente und Verbindungen kennen. Abschließend werden Grundlagen der organischen Chemie angesprochen, insbesondere um den Aufbau wichtiger Werkstoffe wie Kunststoffe kennen zu lernen. Dementsprechend ist die Vorlesung in 14 Kapitel gegliedert: Aufbau der Atome; Periodensystem, Stöchiometrie und chemische Bindung; chemische Bindung; Festkörper; Festkörperchemie; Energetik chemischer					

Reaktionen; chemisches Gleichgewicht; Kinetik chemischer Reaktionen; Wasser und Ionen; Säuren und Basen; Oxidation und Reduktion; Elektrochemie; Hauptgruppenelemente; Grundlagen der Organischen Chemie.

b)

Mathematische Grundlagen, Physikalische Einheiten, Mechanik von Massenpunkten und starren Körpern (Geschwindigkeit, Kräfte, Arbeit, Drehbewegung), Flüssigkeiten und Gase (Druck, Spannung, Zähigkeit, Fließen), Schwingungen und Wellen, Wärmelehre (Temperatur, kinetische Gastheorie).

**Lehrformen / Sprache**

a) Vorlesung (2 SWS) / Deutsch

b) Vorlesung (2 SWS) / Deutsch

**Prüfungsformen**

• Klausur 'Naturwissenschaftliche Grundlagen' (180 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

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

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Numerische Gasdynamik - Grundlagen</b>					
Numerical Gas Dynamics - Basics					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 5 LP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 6. Sem.	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Numerische Gasdynamik - Grundlagen			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS (60 h)	<b>Selbststudium</b> a) 90 h	<b>Turnus</b> a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr. Francesca di Mare a) Dr.-Ing. Pascal Post					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Empfohlene Vorkenntnisse: Voraussetzungen für eine erfolgreiche Teilnahme am Modul sind fundierte Kenntnisse der: Grundlagen der Strömungsmechanik Numerische Mathematik Grundlagen der Informatik und Programmierung					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls beherrschen die Studierenden die Fähigkeit, Differenzialgleichungen, die physikalische Systeme beschreiben, zu analysieren und zu klassifizieren. Weiterhin sind die Studierenden in der Lage numerische Verfahren für die Lösung skalarer hyperbolischer Erhaltungsgleichungen, wie sie insbesondere in der Gasdynamik auftreten, in einer Raumdimension zu konstruieren, zu programmieren und zu analysieren. Damit legt das Modul die Grundlage für die numerische Behandlung der vollen Navier-Stokes Gleichung in kompressiblen Strömungen in einer Master-Vorlesung. Insbesondere: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die mathematische Formulierung von physikalischen Modellen und können deren mathematischen Eigenschaften analysieren um auf dieser Grundlage numerische Lösungsverfahren zu entwickeln und anzuwenden.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage hyperbolische skalare Transportgleichungen in einem Computerprogramm numerisch zu lösen.</li> <li>• Die Studierenden haben erste praktische Erfahrungen bei der Implementierung von numerischen Verfahren in den Programmiersprachen Python und C.</li> <li>• Die Studierenden haben erste praktische Erfahrungen mit Software-Engineering Ansätzen zur systematischen Entwicklung von Software.</li> <li>• Die Studenten bekommen eine erste Vorstellung von der Herausforderung der Entwicklung von HPC Software zur numerischen Simulation.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage die Ergebnisse geeignet auszuwerten und auf dieser Grundlage eine kritische Beurteilung der numerischen Lösung vorzunehmen.</li> <li>• Die Studierenden lernen, wie sie organisiert in Teams zusammenarbeiten und sich austauschen (Übungen und Lerngruppe)</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einleitung in CFD</li> <li>• Erhaltungsgleichungen</li> <li>• Klassifizierung von Differenzialgleichungen</li> </ul>					

- Grundlagen Hyperbolischer Differenzialgleichungen
- # Lineare Advektionsgleichung
  - Charakteristikentheorie
  - Riemann Problem
- # Abhängigkeitsgebiet und Einflussgebiet
- # Integrale Form von Erhaltungsgleichungen
- # Nicht-lineare, skalare Transportgleichungen
  - Stoßformierung und Stoßwellen
  - Rankine-Hugoniot Bedingung
  - Expansionswellen
  - Riemann Problem für die inviskose Burgers Gleichung
- Grundlagen Numerischer Verfahren
- # Finite Differenzen Verfahren
- # Analyse Numerischer Verfahren
  - Abbruchfehler und Ordnung
  - Konsistenz, Stabilität und Konvergenz
  - Stabilität und Fehler Analyse
  - Modifizierte Gleichung und Numerische Viskosität
  - Monotonie und Konservativität
- # Bekannte Finite-Differenzen Schemata
- First Order Upwind (CIR)
  - Lax-Friedrichs
  - Lax-Wendroff
  - Warming-Beam
  - Fromm
- # Konservative Methoden
  - Finite Volumen Verfahren
  - Godunovs Verfahren
  - Konservative Form bekannter Finite-Differenzen Schemata
- Approximative Riemann Verfahren für die Burgers Gleichung
- Ausblick
- # Semi-Diskrete und Implizite Verfahren
- # Einführung in High-Order- und TVD-Verfahren
- # Finite Elemente Verfahren

---

**Lehrformen / Sprache**

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

**Prüfungsformen**

- Klausur 'Numerische Gasdynamik - Grundlagen' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %, Ab einer Teilnehmerzahl kleiner 5 kann die Prüfung auch mündlich durchgeführt werden.)
- Studienbegleitende Aufgaben 'Numerische Gasdynamik - Grundlagen': mindestens 60 % der gesamten SWS Präsenz (Vorlesungen) und regelmäßige Bearbeitung von Übungsaufgaben: mindestens 60% der gesamte SWS (Übungen)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
- Präsenz: mindestens 60% der gesamten SWS (Vorlesungen)
- Regelmäßige Bearbeitung von Übungsaufgaben: mindestens 60% der gesamte SWS (Übungen)

**Verwendung des Moduls**

keine Angabe

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Numerische Mathematik</b>					
Numerical Mathematics					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 5 LP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 3. Sem.	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Numerische Mathematik			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS (60 h)	<b>Selbststudium</b> a) 90 h	<b>Turnus</b> a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr. Markus Reineke a) Dr. Mario Lipinski					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Empfohlen: Mathematik 1, Mathematik 2					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls  <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Studierende die wichtigsten Methoden der Ingenieurmathematik</li> <li>• können Studierende mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen erkennen und lösen</li> <li>• praktizieren Studierende erste Ansätze wissenschaftlichen Lernens und Denkens</li> <li>• verfügen Studierende über fachübergreifende Methodenkompetenz</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) Grundlegende Methoden der numerischen Mathematik:  Verfahren zur Lösung großer linearer Gleichungssysteme (Gauß-Verfahren, L-R-Zerlegung, Cholesky-Verfahren und Verwandte), Verfahren zur Lösung nichtlinearer Gleichungen und Gleichungssysteme, insbes. Newton-Verfahren mit Modifikationen, Verfahren zur Berechnung von Eigenwerten und Eigenvektoren, Lagrange-, Hermite- und Spline-Interpolation, Verfahren zur numerischen Integration, Numerische Lösung gewöhnlicher Differentialgleichungen, Anfangswertprobleme (Einschrittverfahren, insbes. Runge-Kutta-Verfahren, Ordnung und Konvergenz, Bedeutung der Stabilität und Anwendung auf steife Systeme, Schrittweitenkontrolle, Mehrschrittverfahren).					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> • Klausur 'Numerische Mathematik' (180 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b> BSc. Maschinenbau					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).					

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Polymere Werkstoffe und Formgedächtnislegierungen</b>					
Polymers & Shape Memory Alloys					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	6. Sem.	1 Semester	30
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Formgedächtnislegierungen			a) 2 SWS (30 h)	a) 45 h	a) jedes SoSe
b) Polymere Werkstoffe			b) 2 SWS (30 h)	b) 45 h	b) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler					
a) Dr.-Ing. Burkhard Maaß					
b) Dr. rer. nat. Klaus Neuking					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage,					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• mechanische Eigenschaften von polymeren Werkstoffen zu analysieren und daraus Kennwerte zu ermitteln.</li> <li>• Verständnis für den atomistischen Aufbau von Polymeren zu entwickeln und die Polymerwerkstoffgruppen zu erklären.</li> <li>• Umwandungsverhalten von FGL zu analysieren und daraus z.B. martensitische Umwandlungstemperaturen zu ermitteln.</li> <li>• Verständnis vom Einsatzbereich der FGL und Zuordnung von FGL hinsichtlich Materialklassen zu entwickeln.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
In diesem Teil des Moduls geht es um Formgedächtnislegierungen (FGL), die zur Gruppe der adaptiven Materialien oder Smart Materials gehören. Darunter versteht man Werkstoffe, die aufgrund ihrer multifunktionalen Eigenschaften in der Lage sind, sich an Änderungen in ihrer Umgebung anzupassen und dabei wichtige Eigenschaften struktureller oder funktioneller Art selbständig zu ändern (Änderung der Form, der Steifigkeit oder des Dämpfungsverhaltens). Betrachtet werden:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht über die bekannten adaptiven Materialien und deren Eigenschaften sowie Einsatzbereiche</li> <li>• Grundlagen der martensitischen Umwandlung sowie der Formgedächtniseffekte</li> <li>• Herstellung und Verarbeitungstechnologie der FGL</li> <li>• Beispiele werden vorgestellt, die im Sonderforschungsbereich 459 (Formgedächtnistechnik) erarbeitet wurden</li> </ul>					
b)					
Im diesem Modulteil geht es um polymere Werkstoffe, die aus einer Reihe von Gründen attraktiv sind. Sie sind leicht, flexibel, elektrisch isolierend, chemisch beständig und lassen sich leicht verarbeiten und es existiert eine Vielzahl von Anwendungen. Beleuchtet werden:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in das Gebiet der polymeren Werkstoffe und schlägt dabei die Brücke vom atomaren Aufbau über die Morphologie der Kunststoffe bis zum Bauteil</li> <li>• Mechanische Eigenschaften der polymeren Werkstoffe</li> </ul>					



<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einige prominente Vertreter der polymeren Werkstoffe werden vorgestellt (unter anderem PE, PP, PS, PMMA)</li> <li>• Umweltproblem (Mikroplastik)</li> </ul>
<p><b>Lehrformen / Sprache</b></p> <p>a) Vorlesung (2 SWS) / Deutsch  b) Vorlesung (2 SWS) / Deutsch</p>
<p><b>Prüfungsformen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur 'Polymere Werkstoffe und Formgedächtnislegierungen' (150 Min., Anteil der Modulnote 100 %)</li> </ul>
<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b></p> <p>Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur</p>
<p><b>Verwendung des Moduls</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BSc. Maschinenbau</li> <li>• BSc. Sales Engineering and Product Management</li> <li>• BSc. Materialwissenschaften</li> </ul>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote</b></p> <p>Anteil an der Gesamtnote [%] = <math>5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}</math></p> <p>FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).  DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.</p>
<p><b>Sonstige Informationen</b></p>

<b>Praktikum</b>					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	14 LP	420 h	7. Sem.	Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Praktikum				a) 420 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Andreas Kilzer					
a) Dr.-Ing. Andreas Putzmann					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
<p>Die praktische Ausbildung in Industriebetrieben fördert das Verständnis der Vorlesungen und die Mitarbeit in den Übungen des Studiums. Das Praktikum soll nur sekundär handwerkliche Fertigkeiten vermitteln und unterscheidet sich daher in der Art seiner Anlage grundsätzlich von einer Ausbildung in einem technischen Beruf. Ein weiterer wesentlicher Aspekt liegt im Erfassen der soziologischen Seite des Betriebsgeschehens. Die Praktikantin oder der Praktikant muss den Betrieb auch als Sozialstruktur verstehen und das Verhältnis Führungskräfte - Mitarbeiter kennenlernen, um so ihre bzw. seine künftige Stellung und Wirkungsmöglichkeit richtig einzuordnen. Das Praktikum gibt einen ersten Einblick in angestrebte Aufgaben- und Tätigkeitsbereiche berufsüberleitende Funktion. Diese berufsüberleitende Funktion tritt im weiteren Verlauf deutlicher hervor, wenn besonders im Fachpraktikum der Überblick wächst. Das Praktikum dient somit als Entscheidungshilfe für den Berufseintritt.</p>					
<b>Inhalte</b>					
<p>a)</p> <p>Studierende sollen die Fertigung von Werkstücken, deren Formgebung und Bearbeitung sowie die Erzeugnisse in ihrem Aufbau und in ihrer Wirkungsweise praktisch kennenlernen. Sie sollen sich darüber hinaus vertraut machen mit der Prüfung von fertigen Werkstücken, mit dem Zusammenbau von Maschinen und Apparaten und deren Einbau in Anlagen. Das Praktikum soll das Studium ergänzen und erworbene theoretische Kenntnisse in ihrem Praxisbezug vertiefen. Die Praktikantin oder der Praktikant hat im Fachpraktikum die Möglichkeit, einzelne der Fertigung vor- oder nachgeschaltete Bereiche kennenzulernen und dabei ihr oder sein im Studium erworbenes Wissen beispielsweise im Rahmen von Projektaktivitäten umzusetzen.</p>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Praktikum / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Praktikum 'Praktikum' (14 Wo., unbenotet) (Näheres regelt die Praktikumsrichtlinie)</li> <li>• Praktikumsbericht</li> </ul>					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absolviertes Praktikum (14 Wochen)</li> <li>• Anerkannter Praktikumsbericht</li> </ul>					
<b>Verwendung des Moduls</b>					
BSc. Maschinenbau					

**Stellenwert der Note für die Endnote**

Anteil an der Gesamtnote [%] =  $14 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Prozessthermodynamik</b>					
Processthermodynamics					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 5 LP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 5. Sem.	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Prozessthermodynamik			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS (60 h)	<b>Selbststudium</b> a) 90 h	<b>Turnus</b> a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr.-Ing. Roland Span a) Prof. Dr.-Ing. Roland Span, Dr.-Ing. Monika Thol					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Kenntnisse aus dem Modul Grundlagen der Thermodynamik. Vorheriges Bestehen der entsprechenden Modulabschlussprüfung ist nicht erforderlich.					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Studierende die Besonderheiten der Stoffeigenschaften einfacher Gemische erläutern, diskutieren und interpretieren,</li> <li>• können Studierende technische Prozesse mit reinen Stoffen und Gemischen analysieren, berechnen und bewerten,</li> <li>• können Studierende komplexe energietechnische Prozesse energetisch und exergetisch analysieren und bewerten,</li> <li>• besitzen die Studierenden die Fähigkeit, mit Methoden der Thermodynamik die Energetik von chemischen Stoffumwandlungen (insbesondere von Verbrennungsprozessen) zu beschreiben, entsprechende technische Prozesse zu analysieren, zu simulieren und Ergebnisse kritisch zu überprüfen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefte Behandlung des Exergiekonzepts und seine Anwendung auf rechts- und linksläufige Kreisprozesse.</li> <li>• Thermodynamische Betrachtung von Strömungsprozessen.</li> <li>• Die Energetik von Prozessen mit feuchter Luft.</li> <li>• Betrachtung von Stoffeigenschaften realer Gemische.</li> <li>• Berechnung von Phasengleichgewichten.</li> <li>• Energietechnische Prozesse mit Gemischen (Absorptionskältemaschine und Wärmepumpe, Kreisprozesse mit Gemischen)</li> <li>• Die Energetik chemischer Reaktionen, Verbrennungsprozesse</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> • Klausur 'Prozessthermodynamik' (150 Min., Anteil der Modulnote 100 %, Die Modulprüfung kann je nach Teilnehmerzahl auch mündlich durchgeführt werden.)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					

---

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

keine Angabe

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Renewable Energy Systems</b>					
Renewable Energy Systems					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Renewable Energy Systems			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch					
a) Prof. Dr. rer. pol. Valentin Bertsch					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
After successful completion of this module the students are able to					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• name recent trends and the current status of different renewable energies and explain the technical, economic, environmental, and resource-related characteristics of renewable energy technologies</li> <li>• explain what renewable energy technologies are available und which technologies are suitable in a particular context</li> <li>• calculate technical, economic and environmental indicators for renewable energy technologies given exemplary data (e.g. potentials, energy yields, costs, energy and economic payback periods)</li> <li>• discuss and assess the challenges associated with integrating renewable energies into the energy system as well as the available measures for doing so</li> </ul>					
discuss, with evidence and examples, the wider implications of renewable energies for the economy and society					
In doing so they acquire					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• in-depth, also interdisciplinary methodological competence and</li> <li>• the ability to think in a networked and critical way.</li> </ul>					
The students practice first approaches to scientific learning and thinking and can					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• develop complex problems in technical systems in a structured way and solve them in an interdisciplinary way using suitable methods,</li> <li>• transfer knowledge/skills to concrete systems engineering problems.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basics of renewable energies</li> <li>• Resources, technologies and economics of renewable energies <ul style="list-style-type: none"> <li>o Hydro energy <ul style="list-style-type: none"> <li># Run-off river</li> <li># Hydro storage</li> <li># Ocean</li> </ul> </li> <li>o Wind energy</li> </ul> </li> </ul>					

<ul style="list-style-type: none"> <li># Onshore</li> <li># Offshore</li> <li>o Solar energy <ul style="list-style-type: none"> <li># Concentrating solar power (CSP)</li> <li># Photovoltaics (PV)</li> </ul> </li> <li>o Bioenergy</li> <li>o Geothermal energy</li> <li>• System and sustainability aspects</li> </ul> <p>During the exercise, students will train their problem-solving skills by carrying out concrete tasks in relation to planning and operating renewable energy assets and systems.</p>
<p><b>Lehrformen / Sprache</b></p> <p>a) Übung (1 SWS) / Vorlesung (3 SWS) / Englisch / Deutsch</p>
<p><b>Prüfungsformen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur 'Renewable Energy Systems' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %)</li> </ul>
<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b></p> <p>Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur</p>
<p><b>Verwendung des Moduls</b></p> <p>keine Angabe</p>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote</b></p> <p>Anteil an der Gesamtnote [%] = <math>5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}</math></p> <p>FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).</p> <p>DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.</p>
<p><b>Sonstige Informationen</b></p>

<b>Softwaretechnik im Maschinenbau</b>					
Software Engineering in Mechanical Engineering					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	6. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Softwaretechnik im Maschinenbau			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Detlef Gerhard					
a) Dr.-Ing. Mario Wolf					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen Studierende die Grundlagen und wesentliche Methoden und Verfahren der Softwaretechnik im Maschinenbau, verfügen über entsprechendes Fachvokabular und kennen Anwendungsbeispiele</li> <li>• können Studierende softwaretechnische Probleme modellieren und lösen sowie komplexe mathematische Problemstellungen in Softwaresystemen fachübergreifend mit geeigneten Methoden lösen.</li> <li>• verfügen Studierende über die Fähigkeit zu vernetztem und kritischem Denken und praktizieren erste Ansätze wissenschaftlichen Lernens und Denkens.</li> <li>• verfügen Studierende über fachübergreifende Methodenkompetenz und können Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete softwaretechnische Problemstellungen im Bereich der Ingenieurwissenschaften übertragen</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
In einem ersten Teil der Vorlesung werden Vorgehensmodelle der Softwaretechnik vermittelt, mit denen Softwareprojekte qualitätsorientiert abgewickelt werden. Anschließend werden die gängigen Daten-, Funktions-, Prozess-, Regel- und Objektorientierten Methoden zur Planung, Definition und Entwurf von Software und Benutzeroberflächen eingeführt. Der Schwerpunkt liegt auf der anwendungsnahen, kollaborativen Nutzung der vermittelten Methoden im Maschinenbaumfeld in Entwicklungsteams. Eine interaktive Simulation eines Produktionssystems dient als Anschauungsobjekt der Hausarbeit.					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hausarbeit 'Softwaretechnik im Maschinenbau' ( &lt;Ohne&gt;, Anteil der Modulnote 100 %)</li> <li>• Studienbegleitende Aufgaben: Gruppenarbeiten</li> </ul>					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulabschlussprüfung: Hausarbeit</li> <li>• Bestandene studienbegleitenden Aufgaben: Gruppenarbeiten</li> </ul>					
<b>Verwendung des Moduls</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• BSc Maschinenbau</li> </ul>					



- BSc Sales Engineering and Product Management

---

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

---

**Sonstige Informationen**

---

<b>Stoffumwandlung in der chemischen Industrie</b>					
Material Conversion in the Chemical Industry					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Stoffumwandlung in der chemischen Industrie			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Thomas Ernst Müller					
a) Prof. Thomas Ernst Müller					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kenntnis der wesentlichen chemisch-technologischen Verfahren und Prozesse für die industrielle Herstellung wesentlicher Produktgruppen der organischen und anorganischen Verbindungen und Polymermaterialien, nachwachsender Rohstoffe und nachhaltiger Rohstoffquellen.</li> <li>• Fähigkeit zur grundsätzlichen Bewertung chemischer Prozesse in Hinsicht auf Chancen und Randbedingungen für die großtechnische Umsetzung.</li> <li>• Verständnis für die Umsetzung chemischer Prozesse im großtechnisch-industriellen Maßstab und für die dabei geltenden Rahmenbedingungen</li> </ul>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen die Studierenden die Grundlagen chemischer Stoffumwandlungen, technische Ausführungen im industriellen Maßstab, die Wertschöpfungsketten der chemischen Industrie sowie wichtige Produktionsverfahren.</li> <li>• können die Studierenden Methoden anwenden, um chemische Prozesse vom Labor in den Produktionsmaßstab zu übertragen. Sie wissen die Möglichkeiten und Grenzen, im Labormaßstab gewonnene experimentelle Parameter auf den technischen Maßstab zu übertragen, einzuschätzen.</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, Verfahrenskonzepte selbständig zu entwickeln und die Ergebnisse einem Fachpublikum zu präsentieren.</li> <li>• können die Studierenden aktuelle und zukünftige Problemstellungen der chemischen Industrie, vor allem bezüglich Nachhaltigkeit und Einsatz erneuerbarer Rohstoffe wie z.B. von CO<sub>2</sub> einordnen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Struktur der chemischen Industrie und chemische Produktionsverfahren, Erdöl- und Raffinerietechnologie</li> <li>• Technisch bedeutsame anorganische und organische Verbindungen, Herstellung und ausgewählte Produktionsverfahren</li> <li>• Reichweite und Verfügbarkeit von Rohstoffen der chemischen Industrie (Erdöl, Erdgas, Kohle, Biomasse, nachhaltige Rohstoffe)</li> <li>• Katalyse als Schlüsseltechnologie der chemischen Stoffumwandlung und als Werkzeug innerhalb der Produkt-Verbundstrukturen der chemischen Industrie</li> </ul>					

- Beispiele der homogenen und heterogenen Katalyse anhand konkreter chemischer, petrochemischer und umwelttechnischer industrieller Prozesse
- Verfahrensbeschreibung an Hand von Grund-, Verfahrens- und R&I-Schemata, Verfahren zur Prozesssimulation
- Anorganische Grundchemikalien: Schwefel- und Stickstoffverbindungen, Chlor, Natronlauge
- Erdölverarbeitung: Rohöldestillation; katalytisches Cracken (Fluid Catalytic Cracking); Hydrocracken; Hydrotreating; Claus-Prozess; katalytisches Reformieren; thermisches Cracken (Steamcracken); thermisches Cracken (Hochtemperaturpyrolyse)
- Erdgasverarbeitung: Steamreforming (Synthesegaserzeugung); Methanol-Synthese; Methanol-to-Hydrocarbons; Fischer-Tropsch-Synthese; kommerziell bedeutsame Zwischen- und Endprodukte (C1, C2, C3, C4, Aromaten)
- Kohleverarbeitung: Kohleentgasung (Verkokung/Verschwelung); Kohlevergasung; Kohlehydrierung; Acetylen-Erzeugung
- Technisch relevante organische Zwischenprodukte, wie Alkohole, Aldehyde, Ketone, Ether, Epoxide, Carbonsäuren (und ihre Derivate), Amine und Isocyanate; technisch bedeutsame Kunststoffe, Herstellung und Eigenschaften, Polymerchemie und -technologie; Tenside; Farbstoffe; Baustoffe und keramische Produkte
- Nachwachsende Rohstoffe und erneuerbare Rohstoffe wie Biomasse, CO<sub>2</sub>, nachhaltige industrielle Chemie, Umweltrelevanz und -bewertung

**Lehrformen / Sprache**

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

**Prüfungsformen**

- Klausur 'Stoffumwandlung in der chemischen Industrie' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
- Studienbegleitende Aufgaben: Fachvortrag (ca. 15 Minuten) (Themen und Termine werden im Rahmen der Lehrveranstaltung festgelegt)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
- Gehaltener Fachvortrag zu einem technischen Verfahren (Themen und Termine werden im Rahmen der Lehrveranstaltung festgelegt).

**Verwendung des Moduls**

- BSc Maschinenbau
- BSc Sales Engineering and Product Management

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Sustainable Product and Business Development</b>					
Sustainable Product and Business Development					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	6 LP	180 h	5./ 6. Sem.	1 Semester	40
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Sustainable Product and Business Development			a) 4 SWS (60 h)	a) 120 h	a) jedes Sem.
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof Dr.-Ing. Sebastian Weber					
a) Dr.-Ing. Jonathan Lentz					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Teilnahmebeschränk auf 40 Personen (4 Personen/Gruppe)					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• gesellschaftliche Herausforderungen anhand der Kategorien der UN Nachhaltigkeitsziele zu erkennen</li> <li>• unternehmerische Werkzeuge und Methoden aus dem Bereich des „sustainable Entrepreneurship“ anzuwenden, um innovative Lösungsansätze zu entwickeln.</li> <li>• eine nachhaltige Geschäftsidee in Gruppenarbeit zu entwickeln und deren Erfolgspotential methodisch zu prüfen.</li> <li>• Techniken der Kommunikation- und Präsentation ihrer Geschäftsidee anzuwenden</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
<b>Inhalt</b>					
<p>Gemeinwohlorientierte Innovationen leisten einen wichtigen Beitrag zur Zukunftsgestaltung in den Bereichen Gesundheit, Bildung, Umweltschutz, Inklusion, Integration und Entwicklung. Studierende können sich mit diesem Phänomen befassen und in interdisziplinären Kleingruppen erproben, wie eigene Ideen unternehmerisch und nachhaltig umgesetzt werden - vom Konzept bis zum Prototyp.</p> <p>Als Anlass der Anwendung der wissenschaftlichen Kompetenzen der Studierenden dient die Suche nach konkreten Lösungen für aktuelle gesellschaftliche Herausforderungen, die sich aus den UN Sustainable Development Goals ergeben. Diese werden den Studierenden vorgestellt und sie werden bei der Auswahl eines konkreten Fallbeispiels unterstützt. Die gewählte Herausforderung soll mit unternehmerischen Mitteln gelöst werden, wobei die gemeinwohlorientierte und ökologische Wirkung im Vordergrund steht.</p> <p>Der Praxisbezug wird durch den Einsatz von Vorbildern aus verschiedenen Bereichen verstärkt: Erfolgreiche Sozialunternehmer*innen, Förderer*innen oder Startup-Teams berichten zu Beginn der Veranstaltung von ihren Vorhaben sowie Fehlern und inspirieren die Studierenden auf dem Weg zur Ausgestaltung einer eigenen, gemeinwohlorientierten Geschäftsidee. In der Mitte des Lehrformats sowie am Ende erhalten die Studierenden Praxistipps und Feedback von erfahrenen Start-up-Coaches und Gründer*innen.</p> <p>Während der Durchführung des Lehrformats werden die Studierenden durch ein engmaschiges Betreuungsnetz unterstützt. Neben der Lehrkraft betreuen beispielsweise das Team des Inkubator Materials und das Team des Makerspace die Studierenden individuell und an ihren Lernstand angepasst.</p>					

- Fokussierung auf gemeinwohlorientierte Innovationen und ökonomische Nachhaltigkeit
- Orientierung an den UN Sustainable Development Goals und Geschäftsmodellen des sozialen Unternehmertums, welche Gewinn und Gemeinwohl gleichberechtigt umsetzen
- Praxisnahes und interaktives, problemorientiertes Lernen durch Kooperation mit dem RUB Makerspace und interdisziplinärer Arbeit in Gruppen
- Ganzheitliche didaktische Vermittlung: Vom Konzept bis zum Prototyp wird die Entwicklung von Geschäftsmodellen, Produkten und Produkt-Dienstleistungssystemen dargelegt
- Interdisziplinäre Lehre: Studierende werden mit Methoden, Kompetenzen und Lösungsansätzen anderer Disziplinen konfrontiert
- Einbettung in den Kontext der Unternehmensgründung: Den Studierenden wird der "dritte Weg" aufgezeigt, den sie neben Forschung und Industrie nach dem Studium einschlagen können

**Lehrformen / Sprache**

a) Projekt / Vorlesung mit Übung / Deutsch

**Prüfungsformen**

- Mündlich 'Sustainable Product and Business Development' (15 Min., Anteil der Modulnote 50 %, Gruppenvortrag in Abschlussveranstaltung)
- Hausarbeit 'Sustainable Product and Business Development' ( <Ohne>, Anteil der Modulnote 50 %, Hausarbeit der Projektgruppe / max. 20 Seiten)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

- Abgabe und erfolgreicher Abschluss der Hausarbeit
- Erfolgreicher Abschluss des Abschlussvortrages
- Abgabe einer Hausarbeit nach den ersten drei Lehreinheiten (ohne Bewertung)

**Verwendung des Moduls**

Die Vorlesung kann als Dummymodul in Studiengängen der Fakultät für Wirtschaftswissenschaft angerechnet werden

**Stellenwert der Note für die Endnote**

Anteil an der Gesamtnote [%] =  $6 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Technical English for Mechanical Engineering</b>					
Technical English for Mechanical Engineering					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	alle Sem.	Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Technical English for Mechanical Engineering			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes Sem.
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Andreas Kilzer a) M.A. Karin Schmidt					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: Niveaustufe B2 des europäischen Referenzrahmens					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
<p>In der Lehrveranstaltung erhalten die Studierenden die sprachlichen Fertigkeiten und Kenntnisse, die für die Kommunikation mit Geschäftspartnern aus dem Bereich des Maschinenbaus in englischsprachigen Ländern bzw. in Englisch als Brückensprache erforderlich sind.</p> <p>Darüber hinaus werden Strategien und sprachliche Strukturen für die Erarbeitung, schriftliche Ausarbeitung und Präsentation fachspezifischer Fragestellungen erarbeitet. Der Schwerpunkt liegt auf den Fertigkeiten Hören, Lesen, Schreiben und Sprechen. Unterstützt und ergänzt wird die Erarbeitung der Inhalte durch die Wiederholung der relevanten grammatischen Strukturen und sprachlichen Besonderheiten auch teilweise im Selbststudium.</p> <p>Anhand einer Projektaufgabe sollen die Studierenden nachweisen, eine überschaubare Aufgabenstellung konzeptionell in einem vorgesehenen Zeitrahmen in der englischen Fachsprache eigenständig zu bearbeiten. Die Studierenden erwerben Fertigkeiten, die für die Realisierung von praxisrelevanten Projekten im internationalen Rahmen wichtig sind. Die Ergebnisse werden in abschließenden Präsentationen durch die Studierenden in Englisch vorgestellt</p>					
<b>Inhalte</b>					
<p>a)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung der maschinenbaubezogenen Fachsprache in realitätsnahen und aufgabenbezogenen Rollenspielen, bei Repräsentationen und im Schriftwechsel</li> <li>• Präsentationen – Sprache und Struktur von Präsentationen beherrschen, Vorbereitung einer fachspezifischen Präsentation</li> <li>• Grammatik und Vokabular – bedarfsorientierter Ausbau der Grundlagen, fachspezifische Strukturen, z. B. the tenses, active and passive voice, if-clauses</li> </ul> <p>Die Projektaufgabe bearbeiten die Studierenden in kleinen Arbeitsgruppen. Die Aufgabenverteilung der Studierenden wird in den Arbeitsgruppen festgelegt. Der Dozent ist als Betreuer und Berater zuständig und überprüft in vorgegebenen Abständen die Ergebnisse. Die Präsentationen werden durch die Studierenden auf Englisch gehalten.</p>					

<p><b>Lehrformen / Sprache</b> a) Seminar / Englisch / Deutsch</p>
<p><b>Prüfungsformen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur 'Technical English for Mechanical Engineering' (60 Min., Anteil der Modulnote 50 %, Klausur über das gesamte Modul.)</li> <li>• Hausarbeit 'Technical English for Mechanical Engineering' ( Std., Anteil der Modulnote 50 %, Hausarbeit in Form einer Präsentation. Die Projektaufgabe wird benotet.)</li> </ul>
<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b></p>
<p><b>Verwendung des Moduls</b> keine Angabe</p>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Anteil an der Gesamtnote [%] = <math>5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}</math> FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18). DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.</p>
<p><b>Sonstige Informationen</b></p>

<b>Technische Optik</b>					
Technical Optics					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	6. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Technische Optik			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Andreas Ostendorf					
a) Prof. Dr.-Ing. Cemal Esen					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind die Studierenden in der Lage die physikalischen Grundlagen der verschiedenen optisch Bauelemente aus technischer und anwendungsbezogener Sicht nachzuvollziehen.</li> <li>• kennen die Studierenden den Aufbau der verschiedenen optischen Bauelemente und sind in der Lage zu beschreiben, wie diese Eigenschaften durch geeigneten Verfahren und Maßnahmen modifiziert werden können.</li> <li>• können die Studierende die Strahlengänge bei verschiedenen optischen Komponenten erstellen und diese zu einem vollständigen optischen Bauelement zusammensetzen.</li> <li>• kennen die Studierenden die Anwendungsgebiete der Optik im industriellen Umfeld und können die verschiedenen Prozesse verstehen und theoretisch anwenden.</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage die unterschiedlichen Lichtquellen hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu unterscheiden und für eine konkrete Aufgabenstellung die richtige Lichtquelle auszuwählen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der Optik</li> <li>• Optische Werkstoffe</li> <li>• Bauelemente auf Basis von Reflexion und Brechung</li> <li>• Lichtwellenleiter</li> <li>• Strahlungsquellen und Empfänger</li> <li>• Filter und dünne Schichten</li> <li>• Mechanische Bauelemente</li> <li>• Interferometrie</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (1 SWS) / Vorlesung (3 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
• Mündlich 'Technische Optik' (30 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
Bestandene Modulabschlussprüfung: Mündliche Prüfung					
<b>Verwendung des Moduls</b>					
BSc. Maschinenbau					



---

BSc. Sales Engineering and Product Management

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Technische Verbrennung</b>					
Technical Combustion					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	6. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Technische Verbrennung			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. V. Scherer					
a) Prof. Dr.-Ing. V. Scherer					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: Strömungsmechanik, Thermodynamik, Wärme- und Stoffübertragung					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls können Studierende:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die technisch wichtigsten Brennstoffe benennen und deren Eigenschaften bewerten</li> <li>• Für eine konkrete technische Anwendung das geeignete Verbrennungssystem und die für die Anwendung notwendigen Auslegungsdaten und Berechnungsmethoden auswählen</li> <li>• Technische Verbrennungskonzepte konzipieren und deren Abgasemissionen einschätzen</li> <li>• Die gängigen Berechnungsmethoden zur Auslegung von Verbrennungssystemen sicher anwenden</li> <li>• die Auswirkung von Verbrennungsprozesse auf Mensch und Umwelt beurteilen</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
In der Lehrveranstaltung „Technische Verbrennung“ werden die Grundlagen für das Verständnis von Verbrennungsprozessen vermittelt sowie für die Auslegung von technischen Verbrennungssystemen. Dazu werden folgende Themen adressiert:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht über Brennstoffe und deren Eigenschaften</li> <li>• stöchiometrische der Verbrennung</li> <li>• chemische Thermodynamik und Reaktionskinetik</li> <li>• Berechnung der Verbrennungstemperatur</li> <li>• Zündprozesse von Flammen und Zündkriterien</li> <li>• Berechnungsmethoden für vorgemischte Flammen (z.B. Ottomotor, Gasturbine) und Diffusionsflammen (z.B. Dieselmotor, Industriefeuerungen)</li> <li>• Unterschiede von laminaren und turbulenten Flammen</li> <li>• Verbrennungsmethoden für gasförmige, flüssige und feste Brennstoffe</li> <li>• Schadstoffbildungsmechanismen (NO<sub>x</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, unverbrannte Kohlenwasserstoffe)</li> <li>• Primärmaßnahmen zur Minderung dieser Schadstoffe</li> <li>• Übersicht über Beispiele technischer Verbrennungssysteme</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (1 SWS) / Vorlesung (3 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					

---

• Klausur 'Technische Verbrennung' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

keine Angabe

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Thermische Kraftwerke</b>					
Thermal Power Plants					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Thermische Kraftwerke			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. V. Scherer					
a) Prof. Dr.-Ing. V. Scherer					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: Strömungsmechanik, Thermodynamik, Wärme- und Stoffübertragung					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls können Studierende:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Thermische Kraftwerksprozesse und Dampferzeuger konzipieren und die Auswirkung einzelner thermodynamischer Parameter auf die Prozessauslegung abschätzen</li> <li>• Unterschiedliche Auslegungsvarianten quantitativ bewerten</li> <li>• Wärmetechnische und strömungstechnische Auslegungsregeln anwenden und deren Genauigkeit beurteilen</li> <li>• Sinnvolle Annahmen über die vorzugebenden Daten und Randbedingungen abschätzen und notwendige Auslegungsinformationen beschaffen</li> <li>• die Auswirkung thermischer Kraftwerke auf die Umwelt bewerten</li> <li>• die Wirtschaftlichkeit unterschiedlicher Anlagenkonzepte grob ermitteln</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
„Thermische Kraftwerke“ behandelt die wärme- und strömungstechnische Auslegung von thermischen Kraftwerken. Hierzu werden folgende Themen adressiert:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bedeutung thermischer Kraftwerke für die Stromerzeugung</li> <li>• Thermodynamik von Kraftwerksprozessen</li> <li>• Wirkungsgrad- und Leistungsberechnung für verschiedene Kraftwerkstypen</li> <li>• Kraftwerksprozess mit CO<sub>2</sub>-Abscheidung</li> <li>• Auslegung von Dampferzeugern</li> <li>• Wärmeübertragungs- und Strömungsvorgänge in Dampferzeugern</li> <li>• An- und Abfahren sowie das Regelungsverhalten von thermische Kraftwerke</li> <li>• Werkstoffe und Beanspruchungsmechanismen</li> <li>• Genehmigungsverfahren</li> <li>• Stromgestehungskosten</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (1 SWS) / Vorlesung (3 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
• Klausur 'Thermische Kraftwerke' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					

- 
- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

keine Angabe

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Variational Calculus and Tensor Analysis</b>					
Variational Calculus and Tensor Analysis					
<b>Modul-Nr.</b> CE-WP01/ VCTA	<b>Credits</b> 5 LP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 5. Sem.	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Variational Calculus and Tensor Analysis			<b>Kontaktzeit</b> a) 3 SWS (45 h)	<b>Selbststudium</b> a) 105 h	<b>Turnus</b> a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr. rer. nat. K. Hackl a) Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani, Prof. Dr. rer. nat. Khanh Chau Le					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematik					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Die Studierenden <ul style="list-style-type: none"> <li>• können im Tensorkalkül geschriebene Gleichungen analysieren, vereinfachen und umformen.</li> <li>• verstehen die Bedeutung der Tensorrechnung in der Kontinuumsmechanik.</li> <li>• sind in der Lage, einfache Variationsprobleme zu formulieren und zu lösen. Sie verstehen die besondere Bedeutung der Variationsrechnung in der Mechanik.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tensor Analysis: Vector and tensor notation, vector and tensor algebra, dual bases, coordinates in Euclidean space, differential calculus, scalar invariants and spectral analysis, isotropic functions</li> <li>• Variational Calculus: First variation, boundary conditions, PDEs: weak and strong form, constrained minimization problems, Lagrange multipliers, applications to continuum mechanics</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Übung (1 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Englisch / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur 'Variational Calculus and Tensor Analysis' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %, oder Mündliche Prüfung (30 Minuten). Die Prüfungsform wird je nach Teilnehmerzahl am Anfang eines jeden Semesters festgelegt)</li> </ul>					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur bzw. mündliche Prüfung</li> </ul>					
<b>Verwendung des Moduls</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• MSc. Computational Engineering</li> </ul>					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> Anteil an der Gesamtnote [%] = $5 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$ FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18). DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>Vernetzte Produktionssysteme</b>					
Networked Production Systems					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Vernetzte Produktionssysteme			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter					
a) Dr.-Ing. Christopher Prinz					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• konzipieren Studierende Produktionssysteme unter Berücksichtigung des Lean Managements und entwerfen Arbeitssysteme mit MTM</li> <li>• verstehen Studierende die Digitalisierung der Produktion</li> <li>• erarbeiten Studierende eine Vernetzungsstrategie für die Produktion und setzen diese in Teilen um</li> <li>• verstehen Studierende den Aufbau von Manufacturing Execution Systems (MES) sowie den dazu gehörigen Systemen, Maschinendatenerfassung (MDE) und Betriebsdatenerfassung (BDE), außerdem benutzen und analysieren sie diese Systeme</li> <li>• verstehen Studierende die Grundsätze der Data Science (u.a. KI-Methoden) und wenden diese an</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
Die Optimierung von Prozessen ist eine notwendige Voraussetzung, um Digitalisierung erfolgreich umsetzen zu können. Um eine Optimierung und eine Vernetzung von Produktionssystemen realisieren zu können werden daher im Rahmen der Veranstaltung die folgenden Inhalte behandelt:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Anforderungen an Produktionsunternehmen</li> <li>• Produktionssysteme / Lean Management in der Produktion</li> <li>• MTM</li> <li>• Vernetzung in der Produktion</li> <li>• Datenerfassung (MDE/BDE)</li> <li>• Datenverarbeitung (MES)</li> <li>• Assistenzsysteme in der Produktion</li> <li>• Produktdigitalisierung</li> <li>• Data Science in der Produktion</li> </ul>					
Ergänzt werden die Themenblöcke durch anwendungsnahe Vorträge von Gastdozenten aus der industriellen Praxis.					
In den begleitenden Übungsveranstaltungen werden die in der Vorlesung vorgestellten Methoden und Technologien durch handlungs- und problemlösungsorientierte Übungen in der LPS Lern- und Forschungsfabrik (LFF) industrie- sowie praxisnah vermittelt.					

**Lehrformen / Sprache**

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

**Prüfungsformen**

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

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

BSc. Maschinenbau

BSc. Sales Engineering and Product Management

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**



<b>Virtuelle Produktmodellierung und -visualisierung</b>					
Virtual Product-Modelling and Visualization					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 5 LP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 5. Sem.	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Virtuelle Produktmodellierung und - visualisierung			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS (60 h)	<b>Selbststudium</b> a) 90 h	<b>Turnus</b> a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr.-Ing. Detlef Gerhard a) Prof. Dr.-Ing. Detlef Gerhard					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• verfügen Studierende über ein breites, integriertes Wissen über die Herausforderungen moderner Produktentstehungsprozesse und die resultierenden Anforderungen an Softwaresysteme zur Virtuellen Produktmodellierung und -visualisierung.</li> <li>• kennen und verstehen Studierende wesentliche Methoden und Verfahren der Virtuellen Produktmodellierung und -visualisierung einschließlich der angrenzenden Gebiete und der wissenschaftlichen informationstechnischen Grundlagen. Indem sie praktische Beispiele und Aufgaben mit entsprechender Anwendungssoftware bearbeiten, können sie die erlernten Fertigkeiten im Umgang mit Softwaresystemen auf konkrete konstruktionstechnische Problemstellungen übertragen, um diese modellieren und lösen zu können.</li> <li>• haben Studierende ein umfassendes Verständnis vom Zusammenwirken der Softwaresysteme und Produktdatenmodelle innerhalb der verschiedenen Prozessketten in der Produktentstehung und können kritisch die Eignung von Methoden zur Virtuellen Produktmodellierung und -visualisierung zur Konzeption, Konstruktion, Optimierung, Darstellung, Fertigungsvorbereitung und Dokumentation von Produkten differenzieren und beurteilen.</li> <li>• können Studierende Aufgabenstellungen der Virtuellen Produktmodellierung und -visualisierung reflektieren und bewerten sowie selbstgesteuert verfolgen.</li> <li>• können Studierende kooperativ Aufgabenstellungen der Virtuellen Produktmodellierung und -visualisierung in heterogenen Gruppen bearbeiten, Abläufe und Ergebnisse begründen sowie über Sachverhalte umfassend kommunizieren.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) Das Modul vermittelt Methoden und Werkzeuge zur "Virtuellen Produktmodellierung und -visualisierung", insbesondere das dazu erforderliche Grundlagenwissen und die relevanten methodischen Aspekte der systematischen Produktentwicklung. Schwerpunkte bilden dabei die verschiedenen CAD-Modellierungsmethoden (z.B. 3D Flächen und Volumenmodellierung, parametrische Modellierung, Baugruppenmodellierung) entsprechend der Anforderungen aus der Konstruktionsaufgabe sowie die Kombination von Verfahren zur durchgängigen Abbildung von Prozessketten (z.B. für Digital Mockup (DMU), Virtuelle und Augmentierte Realität (VR/AR), Auslegungs- und Nachweisberechnungen, Analyse					

und Simulation, Additive Manufacturing, Produktion (CAM), Digital Factory, Styling, Elektro/Elektronik-CAD) im Produktlebenszyklus mit Aspekten der Integration von Modellen und Werkzeugen.

**Lehrformen / Sprache**

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

**Prüfungsformen**

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

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

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

**Verwendung des Moduls**

BSc. Maschinenbau

BSc. Sales Engineering and Product Management

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Mikrosystemtechnik</b>					
Materials and Fabrication Methods in Microsystem Technology					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Mikrosystemtechnik			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig					
a) Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: Es werden keine formalen Teilnahmevoraussetzungen gemacht. Die Vorlesung baut aber auf Grundlagenvorlesungen im Bereich Werkstoffe und Microengineering auf.					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden verstehen die Notwendigkeit mikrosystemtechnische Bauteile in einem Reinraum zu fertigen. Sie verstehen wie die Fertigungsumgebung eines Reinraums aussieht und welche Regeln hier gelten.</li> <li>• Die Studierenden können die mikrotechnischen Fertigungsverfahren und Werkstoffe unterscheiden und können die Vor- und Nachteile der jeweiligen Verfahren und Werkstoffe erklären.</li> <li>• Die Studierenden können für eine Anwendung die Fertigungsverfahren und Materialien auswählen und den Prozessablauf organisieren.</li> <li>• Die Studierenden können Anwendungsbeispiele von Mikrosystemtechnik benennen und können die Vorteile und Herausforderungen der Miniaturisierung erklären.</li> <li>• Im Rahmen der Übungen praktizieren die Studierenden wissenschaftliches Lernen und Denken und übertragen die Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
Das Modul „Werkstoffe & Fertigungsverfahren der Mikrotechnik“ vermittelt die grundlegenden Aspekte der Mikrosystemtechnik (MST). MST ist die Schlüsseltechnologie für eine fortschreitende Miniaturisierung und Funktionsintegration in fast allen Bereichen der modernen Technik. Die Herstellung von Mikrosystemen beruht auf speziellen Fertigungsverfahren, insbesondere der Dünnschichttechnik, und der genauen Kenntnis und prozesstechnischen Beherrschung spezieller Struktur-, Hilfs- und Funktionswerkstoffe.					
Mikrotechnische Fertigungsverfahren unterscheiden sich erheblich von denen für makroskopische Bauteile, ebenso werden andere Werkstoffe eingesetzt. Zentraler Aspekt der Vorlesung ist, den Studierenden vertiefte ingenieurwissenschaftliche Grundlagen in den Bereichen Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Mikrosystemtechnik (MST) zu vermitteln					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick zu grundlegenden Konzepten und Technologien der Mikrosystemtechnik</li> <li>• Mikrotechnische Grundstrukturen und Fertigungsprozesse</li> </ul>					

- Reinraumtechnologie
- Photolithographie
- Dünnschichttechnologie (additiv, subtraktiv)
- Mikroelektronische Werkstoffe in Mikrosystemen
- Strukturwerkstoffe der Mikrosystemtechnik
- Silizium und seine Verbindungen
- Siliziumätztechnik
- Funktionswerkstoffe der Mikrosystemtechnik
- Dreidimensionale Mikrostrukturierungsverfahren
- Charakterisierungsverfahren für Mikrosysteme
- Systemintegration, Aufbau- und Verbindungstechnik

**Lehrformen / Sprache**

a) Vorlesung mit Übung / Deutsch

**Prüfungsformen**

- Klausur 'Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Mikrosystemtechnik' (120 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

- BSc. Maschinenbau
- BSc. Sales Engineering and Product Management
- BSc. Materialwissenschaften

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Werkstoffe: Grundlagen und Anwendung</b>					
Materials: Fundamentals and Application					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 8 LP	<b>Workload</b> 240 h	<b>Semester</b> 1.+ 2. Sem.	<b>Dauer</b> 2 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Werkstoffe - Grundlagen b) Werkstoffe - Anwendung c) Werkstoffpraktikum			<b>Kontaktzeit</b> a) 3 SWS (45 h) b) 3 SWS (45 h) c) 2 SWS (30 h)	<b>Selbststudium</b> a) 45 h b) 45 h c) 30 h	<b>Turnus</b> a) jedes WiSe b) jedes SoSe c) jedes Sem.
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof Dr.-Ing. Sebastian Weber a) Prof. Dr.-Ing. Guillaume Laplanche b) Prof Dr.-Ing. Sebastian Weber c) Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler, Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• insbesondere die für den Maschinenbau relevanten Werkstoffe zu benennen, diese in Werkstofffamilien einzuteilen und ihren atomaren/kristallinen Aufbau zu erklären.</li> <li>• grundlegende thermodynamische Zusammenhänge zu erläutern sowie Zustandsdiagramme zu skizzieren und in der Praxis anzuwenden.</li> <li>• die werkstoffkundlichen Vorgänge während der Erstarrung metallischer Schmelzen zu erläutern.</li> <li>• wesentliche mechanische Kennwerte von Werkstoffen zu benennen und deren Bestimmung zu erläutern.</li> <li>• Zusammenhänge zwischen Fertigungsverfahren, resultierenden Mikrostrukturen und Eigenschaften von Werkstoffen herzustellen.</li> <li>• unter gegebenen Anforderungsprofilen die Eignung bestimmter Werkstoffe nachzuvollziehen und eine anforderungsgerechte Werkstoffauswahl zu treffen.</li> <li>• Bezüge zwischen den Grundlagen der Werkstoffe und deren technischer Anwendung herzustellen.</li> <li>• eine Fertigungsprozesskette ganzheitlich unter den Randbedingungen einer zirkulären Wertschöpfung zu bewerten.</li> <li>• ein einfaches wissenschaftliches Experiment mit werkstoffkundlichem Bezug durchzuführen, zu dokumentieren, auszuwerten und zu bewerten.</li> <li>• moderne Prüfmethode zu Werkstoffcharakterisierung anzuwenden und daraus beanspruchungsgerechte Werkstoffeigenschaften zur Auslegung von Bauteilen und Komponenten abzuleiten.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) Der Vorlesungsteil „Werkstoffe – Grundlagen“ hat das Ziel, den Studierenden die Grundkenntnisse über den Aufbau der Werkstoffe, deren atomaren Aufbau sowie die daraus ableitbaren Eigenschaften zu vermitteln: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erste Einführung in das Gebiet der Werkstoffe und Werkstofffamilien (Metalle, Glas/Keramik, Kunststoffe und Verbundwerkstoffe)</li> </ul>					

- Chemische Bindung
- Kristalliner und amorpher Aufbau von Festkörpern und chemische Bindung
- Mikroskopische Untersuchungsmethoden
- Amorphe Festkörper, Glas und Keramik
- Hochpolymere Werkstoffe (Kunststoffe)
- Gleichgewichte und Zustandsdiagramme
- Grundlagen und phänomenologische Beschreibung der Diffusion
- Vorgänge an Grenzflächen
- Keimbildung als Startvorgang von Phasenumwandlungen
- Erstarren von Schmelzen
- Umwandlungen im festen Zustand, Strukturbildungsprozesse und Korrelation mit Werkstoffeigenschaften
- Verhalten bei chemischem Angriff (Korrosion).
- Vorstellung von physikalischen Eigenschaften von Festkörpern
- Strukturbildungsprozesse und Korrelation mit Werkstoffeigenschaften
- Elastisches und plastisches Materialverhalten, mechanische Eigenschaften und Festigkeit gekerbter und rissbehafteter Bauteile (Bruchmechanik)
- Versetzungen als Träger der plastischen Verformung
- Mechanisches Werkstoffverhalten unter Wechselbelastung (Werkstoffermüdung)
- Mechanisches Werkstoffverhalten bei hoher Temperatur (Kriechen)
- Reibung und Verschleiß
- Werkstoffauswahl

b)

Im Vorlesungsteil „Werkstoffe – Anwendung“ werden die für den Maschinenbau wesentlichen Werkstofffamilien, deren Verarbeitung zu einem Halbzeug oder Bauteil, der Fertigungseinfluss auf die Mikrostruktur und die Eigenschaften sowie typische Anwendungsbeispiele anhand technischer Bauteile behandelt:

- Vorstellung eines komplexen technischen Produkts mit Komponenten und Baugruppen bestehend aus unterschiedlichen Werkstoffen / Werkstofffamilien.
- Fertigungsbedingter Einfluss auf Mikrostruktur und Eigenschaften anhand konkreter Beispiele unter Verwendung metallografischer Schlitze
- Behandlung von Fertigungsverfahren unter den Aspekten der Wechselwirkungen „Grundlagen – Verfahren – Werkstoffe – Anwendungen und Eigenschaften“.
- Grundzüge der Pulvermetallurgie
- Herstellung, Wärmebehandlung und Gefüge von Eisenbasiswerkstoffen (Guss- und Knetlegierungen)
- Herstellung, Wärmebehandlung und Gefüge von Aluminiumbasiswerkstoffen (Guss- und Knetlegierungen)
- Herstellung, Eigenschaften und Anwendung ausgewählter Ingenieurkeramiken
- Herstellung, Eigenschaften und Anwendung ausgewählter Polymere
- Herstellung, Eigenschaften und Anwendung ausgewählter Verbundwerkstoffe und Cermets
- Grundlagen und Herausforderungen einer zirkulären Wertschöpfung

c)

Das über zwei Semester begleitend angebotene Werkstoffpraktikum verfolgt das Ziel, die theoretischen Grundlagen der Werkstoffe und deren Charakterisierung anhand ausgewählter Beispiele in experimentellen Versuchen anzureichern:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einzelversuche der Werkstoffkunde zu ausgewählten Themengebieten</li> </ul>
<p><b>Lehrformen / Sprache</b></p> <p>a) Vorlesung (3 SWS) / Deutsch          b) Vorlesung (3 SWS) / Deutsch          c) Praktikum / Deutsch</p>
<p><b>Prüfungsformen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur 'Klausur' (180 Min., Anteil der Modulnote 100 %)</li> </ul>
<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erfolgreicher Abschluss der MAP (Klausur)</li> <li>• Alle Praktikumsversuche des Werkstoffpraktikums sind erfolgreich bestanden (Studienleistung). Der Nachweis erfolgt über praktikumsbegleitend durchgeführte Lernstandskontrollen.</li> </ul>
<p><b>Verwendung des Moduls</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• BSc Umweltingenieurwesen</li> <li>• BSc Maschinenbau</li> </ul>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote</b></p> <p>Anteil an der Gesamtnote [%] = <math>8 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}</math></p> <p>FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).          DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.</p>
<p><b>Sonstige Informationen</b></p> <p>Die folgende Literatur wird für das Eigenstudium und zur Vertiefung der Lehrinhalte empfohlen:</p> <p>a) Eggeler und Laplanche, Skriptum „Werkstoffe – Grundlagen“ (2017/08)          b) Hornbogen, Werkstoffe, Springer-Verlag (2006)          c) Callister/Rethwisch, Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wiley-VCH (2012)</p>

<b>Werkstoffeigenschaften</b>					
Material Characteristics					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 5 LP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 5. Sem.	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Werkstoffeigenschaften			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS (60 h)	<b>Selbststudium</b> a) 90 h	<b>Turnus</b> a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler a) Dr. rer. nat. Klaus Neuking, Dr. rer. nat. S. Thienhaus					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Es werden keine formalen Teilnahmevoraussetzungen gemacht. Die Vorlesung baut aber auf dem in den Grundvorlesungen vermittelten Stoff auf.					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden lernen wichtige Eigenschaften von Werkstoffen kennen und wie diese im Bereich der Materialwissenschaft genutzt werden.</li> <li>• Es werden die notwendigen naturwissenschaftlichen Grundlagen der wichtigsten Werkstoffeigenschaften vermittelt.</li> <li>• Die Studierenden werden befähigt, nach dem Stand der Technik geeignete Verfahren zur Messung einer bestimmten Werkstoffeigenschaft auszuwählen und darüber hinaus verfahrensspezifische Hintergründe zu verstehen.</li> <li>• Sie erlernen Fachvokabular, kennen aktuelle Anwendungsbeispiele und können diese analysieren.</li> <li>• Im Rahmen der Übungen praktizieren die Studierenden wissenschaftliches Lernen und Denken und übertragen die Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) In dieser Vorlesung werden Kenntnisse über wichtige Werkstoffeigenschaften mit Bedeutung für die Materialwissenschaft oder allgemeine Technik vermittelt. Zentrales Ziel ist die Vermittlung des Wissens, welche Werkstoffeigenschaft nach dem Stand der Technik wie gemessen wird. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausgehend von den naturwissenschaftlichen Grundlagen (Atombau, Quantenmechanik) werden systematisch die sich daraus ergebenden Werkstoffeigenschaften (z. B. Radioaktivität, Piezoeffekt, Seebeckeffekt, Röntgenstrahlung etc.) entwickelt.</li> <li>• Dies geschieht immer vor dem Hintergrund einer Anwendung dieser Eigenschaft in der Materialwissenschaft oder Technik (z. B. Mößbauer-Spektroskopie, Kraftsensoren, Thermoelemente, EDX-Analyse etc.).</li> <li>• Die Studierenden lernen eine Vielzahl von Verfahren und Eigenschaften kennen, was ihnen erlaubt, bei einem konkreten Problem die jeweils angemessenste Methode nach dem Stand der Technik unter Einschätzung von Aufwand und Nutzen auszuwählen.</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Übung (1 SWS) / Vorlesung (3 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur 'Werkstoffeigenschaften' (150 Min., Anteil der Modulnote 100 %)</li> </ul>					



**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

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

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Werkstoffrecycling</b>					
Materials Recycling					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5. Sem.	1 Semester	50
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Werkstoffrecycling			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler					
a) Apl. Prof. Jan Frenzel					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Die Studierenden haben nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls folgende Kompetenzen erworben:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie verstehen das Werkstoffrecycling als wichtiges Element nachhaltiger Ingenieurarbeit, zugehörige Prozesse und Methoden.</li> <li>• Sie kennen werkstoffspezifische, bauteilspezifische, verfahrenstechnische, logistische und wirtschaftliche Aspekte, die für das Recycling relevant sind. Diese Aspekte können bei der Auswahl von Werkstoffen und bei der recyclinggerechten Entwicklung von Produkten berücksichtigt werden.</li> <li>• Prozessketten und Kreisläufe bei der Herstellung verschiedener Produkte können bewertet und mit konkreten Fallbeispielen verglichen werden.</li> <li>• In aktuellen Fachzeitschriften veröffentlichte Artikel zum Recycling können verstanden werden. Die Studierenden können ein entsprechendes Fachvokabular nutzen.</li> <li>• Wichtige aktuelle ökologische Entwicklungen und Trends bei der Gewinnung von Rohstoffen sind bekannt und können von den Studierenden bewertet werden.</li> <li>• Die Verfügbarkeit/Knappheit bestimmter Rohstoffe kann anhand gängiger Parameter analysiert werden.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
<p>Das Recycling technologisch relevanter Ingenieurwerkstoffe ist vor dem Hintergrund des steigenden Rohstoffbedarfs, der Begrenztheit wichtiger Ressourcen und der Notwendigkeit eines nachhaltigeren Wirtschaftens von großer Bedeutung. Der Einsatz von Sekundärrohstoffen bei der Herstellung von Stahl, Aluminium, Kupfer (etc.) ist heute bereits unverzichtbar. In unserer Welt kann materieller Wohlstand nur dadurch entstehen, dass wir technisch ausgereifte, nützliche, ästhetisch ansprechende, energiesparende und darüber hinaus die Umwelt wenig belastende Güter zu international konkurrenzfähigen Preisen herstellen. Kennzeichnend für moderne Technik ist auch ein möglichst geringer Werkstoffverbrauch pro technischem Nutzen bei zunehmender Komplexität. In technischen Systemen laufen die Kreisläufe verschiedener Werkstoffe für die Lebensdauer des Systems zusammen. Vor diesem Hintergrund wird hier das Werkstoffrecycling als wichtiges Element nachhaltiger Ingenieurarbeit behandelt, welches im Zeitalter von Globalisierung und Digitalisierung von zunehmender Relevanz ist.</p> <p>Das Modul diskutiert das Recycling von Werkstoffen vor dem Hintergrund von Problemen, die mit dem Wirtschafts- und Bevölkerungswachstum, mit der Begrenztheit von Ressourcen auf der Erde und mit der Belastung der Umwelt zusammenhängen. Die Hauptinhalte des Moduls sind:</p>					

- Aktuelle Entwicklungen bezüglich Bedarf, Verfügbarkeit, Gewinnung und Recycling wichtiger Roh-/Werkstoffe.
- Analyse der Wechselwirkung zwischen Wirtschaft und Ökologie durch Footprints.
- Beschreibung und Vergleich verschiedener Prozessrouten beim Recycling von Kraftfahrzeugen, IT-Komponenten und verschiedenen weiteren Produkten.
- Ansätze zur Analyse der Nachhaltigkeit industrieller Kreisläufe.
- Betrachtung werkstoffspezifischer Aspekte beim Recycling von Stahl, Kupfer, Aluminium, Magnesium, Titan-Legierungen sowie verschiedener Polymerarten.
- Wichtige Verfahren zur Herstellung, Charakterisierung und Qualitätssicherung beim Recycling von Werkstoffen

**Lehrformen / Sprache**

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

**Prüfungsformen**

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

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

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

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Werkstofftechnik</b>					
Materials Engineering					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 5 LP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 5. Sem.	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Werkstofftechnik b) Praktikum Werkstofftechnik			<b>Kontaktzeit</b> a) 3 SWS (45 h) b) 1 SWS (15 h)	<b>Selbststudium</b> a) 75 h b) 15 h	<b>Turnus</b> a) jedes WiSe b) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof Dr.-Ing. Sebastian Weber a) Prof Dr.-Ing. Sebastian Weber b) Prof Dr.-Ing. Sebastian Weber					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage, <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertieftes Grundlagenwissen aus dem Bereich der Werkstofftechnik auf technologische Problemstellungen zu übertragen und anzuwenden.</li> <li>• eine anforderungsgerechte Werkstoffauswahl insbesondere unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten durchzuführen.</li> <li>• Zusammenhänge zwischen Rohstoffvorkommen, Ressourcenverbrauch, sozialen Implikationen und Versorgungsrisiken herzustellen und zu bewerten.</li> <li>• einfache werkstofftechnische Untersuchungen mit wissenschaftlichen Laborgeräten durchzuführen und deren Ergebnisse zu interpretieren.</li> <li>• in Teamarbeit werkstofftechnisches Wissen zu diskutieren und Lösungen zu vorgegebenen Fragestellungen zu entwickeln</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) Die Inhalte der Lehrveranstaltung unterteilen sich auf die Vorlesung sowie die begleitend angebotene Übung und das Laborpraktikum. Sie werden nachfolgend nach diesen Lehrformaten zusammenfassend dargestellt.  Vorlesung <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in das Konzept der Nachhaltigen Entwicklung.</li> <li>• Diskussion der Rolle des Werkstoffingenieurs im Rahmen einer Nachhaltigen Entwicklung.</li> <li>• Rohstoffvorkommen, Energie- und Ressourcenbedarfe metallischer Halbzeuge und Endprodukte, vorwiegend behandelt am Beispiel von Fe- und Al-Basislegierungen</li> <li>• Berechnung von Indikatoren zur Bewertung von Versorgungsrisiken.</li> <li>• Betrachtung vereinfachter <i>life cycle assessments</i> mit einer Schwerpunktsetzung auf den Werkstoff- und Fertigungseinfluss.</li> <li>• Vorstellung und Diskussion fertigungsbedingter Stahlgefüge, vor allem unter Berücksichtigung industriell gebräuchlicher Urformverfahren, Methoden zur Änderung der Stoffeigenschaften und Ansätzen zur Prozesskettenoptimierung.</li> </ul>					

- Vorstellung und Diskussion der Fertigung von Werkstoffen auf Aluminiumbasis mit Beispielen zu Knet- und Gusslegierungen sowie Ansätzen zur Prozesskettenoptimierung.
- Besprechung ausgewählter Stahlgruppen für spezielle Beanspruchungen und Anforderungen: Bezeichnung, chemische Zusammensetzung, Fertigungsrouten, Energie- und Ressourcenbedarfe, Gefüge und Eigenschaften
- Anwendungsbeispiele aus dem Maschinenbau einschließlich bereits etablierter und potentieller Ansätze für eine zirkuläre Wertschöpfung.

### Übung

Im Rahmen der Übung werden ausgewählte Inhalte der Vorlesung weiter vertieft, bspw. durch Berechnungen zur Auslegung von Wärmebehandlungsprozessen oder von ZTU-Diagrammen. Vereinfachte *life cycle assessments* werden im Rahmen der Übung anhand vordefinierter Beispiele berechnet und diskutiert. Zudem werden im Rahmen der Übungen Konzepte für eine systematische Werkstoffauswahl vertieft.

b)

### Praktikum

Semesterbegleitend werden mehrere ausgewählte Versuche im Rahmen eines Laborpraktikums angeboten, deren Inhalte an die der Vorlesung und der Übung angelehnt sind. Das Praktikum setzt eine weitestgehend eigenständige Durchführung der Versuche durch die Studierenden (in Kleingruppen), unterstützt durch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, voraus. Die Versuchsdurchführung und die Ergebnisse sind, vorzugsweise in einem digital geführten Laborbuch, zu erfassen und in Berichtsform auszuarbeiten.

### Lehrformen / Sprache

- a) Vorlesung mit Übung / Deutsch  
b) Praktikum / Deutsch

### Prüfungsformen

- Klausur 'Werkstofftechnik' (180 Min., Anteil der Modulnote 100 %)
- Praktikum inklusive Laborbericht

### Voraussetzungen für die Vergabe von Credits

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
- Bestandene studienbegleitende Leistungen: Praktikum (Teilnahme und Erstellung eines Laborberichts)

### Verwendung des Moduls

- BSc. Maschinenbau
- BSc. Sales Engineering and Product Management
- BSc. Materialwissenschaft

### Stellenwert der Note für die Endnote

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

### Sonstige Informationen

Die folgende Literatur wird für das Eigenstudium und zur Vertiefung der Lehrinhalte empfohlen:

- a) Theisen/Berns, Eisenwerkstoffe, Springer-Verlag (digital verfügbar)  
b) Ostermann, Anwendungstechnologie Aluminium, Springer-Verlag (digital verfügbar)

c) Ashby, Materials and Sustainable Development, Butterworth-Heinemann-Verlag

<b>Werkstoffwissenschaft</b>					
Materials Science					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	6. Sem.	1 Semester	60
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Werkstoffwissenschaft			a) 4 SWS (60 h)	a) 90 h	a) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler					
a) Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Es werden keine formalen Teilnahmevoraussetzungen gemacht. Die Vorlesung baut aber auf dem in den Grundvorlesungen vermittelten Stoff auf. Insbesondere auf Grundlagen aus den Bereichen Werkstoffe, Mathematik, Physik, Chemie, Mechanik und Thermodynamik aufgebaut.					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• mit dem erarbeiteten Grundlagenwissen die Eigenschaften verschiedener Werkstoffklassen zu analysieren, zu ordnen und zu beurteilen.</li> <li>• thermodynamische und kinetische Eigenschaften mit Blick auf den Einsatz in unterschiedlichsten technischen Systemen zu bewerten.</li> <li>• mikrostrukturelle und mechanische Eigenschaften von Werkstoffen zu beurteilen und mit der Lebensdauer von Komponenten in Beziehung zu setzen.</li> <li>• werkstoffwissenschaftliche Konzepte anzuwenden um Werkstoffe für bestimmte Anwendungen auszuwählen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
Dieses Modul behandelt den Zusammenhang zwischen der Herstellung, dem Aufbau und den Eigenschaften von Werkstoffen. Unter anderem werden folgende Themenbereiche behandelt:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der amorphe und kristalline Aufbau fester Stoffe; Gitterfehler (wie Leerstellen, Versetzungen und Grenzflächen) als Elemente der Mikrostruktur von Werkstoffen</li> <li>• Thermodynamik und Kinetik der Entwicklung der Mikrostruktur von Werkstoffen (bei der Herstellung und beim Werkstoffeinsatz)</li> <li>• Zustandsdiagramme und die Natur von Triebkräften für Reaktionen in und an festen Stoffen</li> <li>• Atomare Beweglichkeit Festkörpern - physikalische Aspekte und quantitative phänomenologische Behandlung der Diffusion</li> <li>• Reaktionen von Metallen mit heißen Gasen, das Erstarren von Schmelzen, das Sintern, die Ausscheidung aus übersättigten Mischkristallen, die Ostwaldreifung, die Segregation an Grenzflächen, die martensitische Umwandlung und die Grundlagen der Korrosion</li> <li>• Mechanische Eigenschaften, wobei werkstoffspezifische Aspekte und das Verstehen von elementaren Verformungs- und Schädigungsprozessen im Vordergrund stehen</li> <li>• Grundlagen der Elastizität, der Anelastizität, der Plastizität, der Bruchmechanik, der Ermüdung, des Kriechens und des Werkstoffverschleißes</li> </ul>					

**Lehrformen / Sprache**

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

**Prüfungsformen**

- Klausur 'Werkstoffwissenschaft' (180 Min., Anteil der Modulnote 100 %)

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

BSc Maschinenbau

BSc Sales Engineering and Product Management

BSc Materialwissenschaften

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

Ein Skriptum zur Vorlesung ist vorhanden



<b>Werkzeugtechnologien I+II</b>					
Tooling I+II					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	5 LP	150 h	5.+6. Sem.	2 Semester	20
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Werkzeugtechnologie 1			a) 2 SWS (30 h)	a) 45 h	a) jedes WiSe
b) Werkzeugtechnologie 2			b) 2 SWS (30 h)	b) 45 h	b) jedes SoSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof Dr.-Ing. Sebastian Weber					
a) Prof. Dr.-Ing. Christoph Escher					
b) Prof. Dr.-Ing. Christoph Escher					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• die Kenntnis über die Fertigungsverfahren in der werkstoffverarbeitenden Industrie, über die Beanspruchung und Belastungen von Werkzeugen, über die Eigenschaften von Werkzeugwerkstoffen und deren Wärmebehandlung sowie über Beschichtungsverfahren zum Verschleißschutz.</li> <li>• die Kompetenz, geeignete Werkzeugauslegungen in Abhängigkeit von der Anwendung durchzuführen und Ihre Entscheidung zu begründen.</li> <li>• exemplarisch das Wissen über den Stand moderner Fertigungsverfahren, Anwendungsbeispiele und entsprechendes Fachvokabular.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
Im ersten Teil der Vorlesung wird zunächst ein Überblick über gängige Fertigungsverfahren in der werkstoffverarbeitenden Industrie gegeben. Es erfolgt eine Analyse der Belastungen und Auslegung von Werkzeugen. Anschließend wird eine Einführung in die Grundlagen der Eisenbasislegierungen & Werkzeugstähle, sowie die Herstellung von Werkzeugstahl bzw. Werkzeugen mit praktischen Anwendungsbeispielen gegeben.					
b)					
Im zweiten Teil der Vorlesung wird zunächst die Wärmebehandlung von Werkzeugstählen, insbesondere das Härten und Anlassen, behandelt. Es erfolgt die Betrachtung von gängigen Randschichtverfahren sowie Beschichtungsmöglichkeiten von Werkzeugstählen. Abschließend wird das Schweißen von Werkzeugstählen behandelt und an ausgewählten Anwendungsbeispielen zusammen mit den Studierenden die industrielle Auslegung von Werkzeugen erarbeitet.					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung / Blockseminar / Deutsch					
b) Übung / Blockseminar / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
• Klausur 'Werkzeugtechnologie' (180 Min., Anteil der Modulnote 100 %, oder mündliche Prüfung (30 Min.)) (Prüfungsform wird jeweils zu Beginn des Semesters festgelegt)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung

**Verwendung des Moduls**

BSc. Maschinenbau

BSc. Sales Engineering and Product Management

BSc. Materialwissenschaft

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

<b>Wissenschaftliches Schreiben und Projektarbeit</b>					
Scientific Writing and Project Report					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
	8 LP	240 h	5.-7. Sem.	1-2 Semester	keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Projektarbeit			a) 2 SWS (30 h)	a) 210 h	a) jedes Sem.
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Andreas Kilzer					
a) Prof. Dr.-Ing. Andreas Kilzer					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b>					
Empfohlene Vorkenntnisse: keine					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Wissenschaftliches Schreiben:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziele entwickeln</li> <li>• Botschaften vermitteln</li> <li>• Adressatengerecht, präzise und nachvollziehbar formulieren</li> <li>• Inhalte visualisieren</li> <li>• Arbeits- und Untersuchungsschritte dokumentieren</li> <li>• Fachsprache anwenden</li> <li>• Sachgerecht darstellen</li> <li>• Fakten und Bewertungen trennen</li> <li>• Ziel- und ergebnisorientiert arbeiten</li> <li>• Eigene Ergebnisse kritisch würdigen</li> </ul>					
Projektarbeit:					
<p>Eine Projektarbeit stellt die selbstständige Bearbeitung eines gestellten Themas dar. Dabei können auch Gruppenleistungen von der Leiterin bzw. dem Leiter der Lehrveranstaltung zugelassen werden, wenn eine individuelle Bewertung des Anteils eines jeden Gruppenmitglieds möglich ist. Die zu erbringende Leistung ist von der Leiterin bzw. dem Leiter der Lehrveranstaltung zu Beginn der Lehrveranstaltung zu definieren und am Ende der Lehrveranstaltung individuell zu bewerten.</p> <p>Die Projektarbeit bereitet auf die Bearbeitung der Bachelorarbeit vor und verfolgt die folgenden übergeordneten Zielsetzungen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken.</li> <li>• Die Studierenden wenden fachübergreifende ggf. interdisziplinäre Methodenkompetenz an.</li> <li>• Erkenntnisse und Fertigkeiten werden auf konkrete ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen übertragen. Dabei werden Grundlagen des Maschinenbaus und des gewählten Schwerpunktes unter Berücksichtigung aktueller Forschung und modernster Methoden angewendet.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
a)					
Wissenschaftliches Schreiben als Vorbereitung der Projektarbeit:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Im Vorfeld bzw. während der Projektarbeit wird folgendes erarbeitet:</li> </ul>					

- Welche Regeln gelten für das wissenschaftliche Schreiben und warum?
- Was ist Vereinbarungssache zwischen Studierenden und Lehrenden?
- Auftragsklärung: Was will der Studierende, was erwartet die Prüferin bzw. der Prüfer?
- Eine Ideenskizze schreiben als Arbeitsgrundlage zwischen Studierenden und Prüferinnen und Prüfern
- Was ist die Standardstruktur wissenschaftlicher Texte und wie entwickelt sich daraus die Gliederung für die Abschlussarbeit?
- Schreibprozess (1): Der lange Weg vom Gedanken zum Rohtext
- Text-Bild-Bezug
- Zitieren, Literaturarbeit, Verweissystem und Literaturverzeichnis
- Anlagen und Dokumentationsteile
- Schreibprozess (2): Textüberarbeitung und Feinschliff

Die Projektarbeit ist eine schriftliche Prüfungsarbeit. Die Bearbeitung sollte in der Regel innerhalb eines Semesters erfolgen. Die Themenstellung 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. Bearbeitet werden sowohl theoretische als auch experimentelle Aufgaben. Die Ausgabe der Aufgabenstellung erfolgt durch den betreuenden Hochschullehrer.

**Lehrformen / Sprache**

a) Abschlussarbeit / Seminar / Deutsch

**Prüfungsformen**

- Abschlussarbeit 'Projektarbeit' (180 Std., Anteil der Modulnote 100 %)
- Ideenskizze als Arbeitsgrundlage

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

- Bestandene Modulabschlussprüfung: Projektarbeit
- Bestandene studienbegleitende Aufgaben: Ideenskizze

**Verwendung des Moduls**

BSc. Maschinenbau

**Stellenwert der Note für die Endnote**

Anteil an der Gesamtnote [%] =  $8 * 100 * \text{FAK} / \text{DIV}$

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**

Projektarbeit kann auch in englischer Sprache verfasst werden

<b>Wärme- und Stoffübertragung</b>					
Heat and Mass Transfer					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b> 5 LP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 5. Sem.	<b>Dauer</b> Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Beschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b> a) Wärme- und Stoffübertragung			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS (60 h)	<b>Selbststudium</b> a) 90 h	<b>Turnus</b> a) jedes WiSe
<b>Modulverantwortliche/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner a) Prof. Dr.-Ing. Eckhard Weidner, Prof. Dr.-Ing. Andreas Kilzer					
<b>Teilnahmevoraussetzungen</b> Ein erfolgreicher, vorheriger Besuch der Veranstaltung Thermodynamik und Strömungsmechanik wird empfohlen.					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen die Studierenden das deutsche und englische Fachvokabular in vertiefter Form.</li> <li>• verstehen Studierende die relevanten Berechnungsmethoden und -verfahren sowie deren Anwendungsbeispiele.</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, physikalische Probleme des Wärme- und Stofftransportes zu vereinfachen, mathematisch zu modellieren und mit geeigneten dimensionslosen Kennzahlen zu lösen.</li> <li>• übertragen die Studierenden die gewonnenen Erkenntnisse und Fertigkeiten sowohl auf konkrete ingenieurwissenschaftliche als auch auf fachlich angrenzende Problemstellungen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> a) Nach einer Einführung werden zunächst stationäre Vorgänge der Wärmeleitung in Festkörpern behandelt. Daran schließt sich die Betrachtung instationärer Vorgänge an. Im Weiteren werden stationäre Stofftransportvorgänge vorgestellt. Gesetzmäßigkeiten der Fick'schen Diffusion werden sowohl stationär als auch instationär erklärt. Es folgt eine Behandlung der Wärmeübertragung in bewegten Medien und der Vorgänge bei der Verdampfung und Kondensation. Schließlich wird die Strahlung als Wärmetransport-mechanismus erklärt und behandelt. Die jeweiligen Phänomene werden mit anschaulichen Beispielen, Modellen und Experimenten vorgestellt. Die mathematische Beschreibung der Wärme- und Stoffübertragung wird aus den Grundgleichungen (Masse- Energie- und Impulsgleichungen) abgeleitet. Die Anwendung der so erhaltenen Gebrauchsformeln wird in der Vorlesung an Beispielen aus der Praxis erläutert. Die Ergebnisse werden mit den Vorlesungsteilnehmern kritisch diskutiert. In den begleitenden Übungen wird unter Anleitung erlernt, die in der Vorlesung vermittelten Grundlagen und Methoden selbstständig anzuwenden.					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Übung (2 SWS) / Vorlesung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> • Klausur 'Wärme- und Stoffübertragung' (180 Min., Anteil der Modulnote 100 %)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls**

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

**Stellenwert der Note für die Endnote**

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

FAK: Die Gewichtungsfaktoren können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden (s.a. PO 2021 §18).

DIV: Die Werte können dem Inhaltsverzeichnis entnommen werden.

**Sonstige Informationen**