



Fakultät Maschinenbau  
*fortschritt studieren*

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

RUB

# RUHR – UNIVERSITÄT BOCHUM FAKULTÄT FÜR MASCHINENBAU

## Bachelor-Studiengang Materialwissenschaft

### Modulhandbuch

Gültig ab Wintersemester 21/22

Ergänzend zu den Studienverlaufsplänen sind im Modulhandbuch Erläuterungen zu den Inhalten der Module zusammengefasst. Gültig ist nur das auf der Homepage 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.

03.12.2020

# **Bachelorstudiengang Materialwissenschaft**

## **Modulhandbuch**

**12/2020**

# Inhalt

Der Studiengang im Überblick.....	4
Studienverlauf.....	6
Vertiefungsrichtung: Experimentelle Materialwissenschaft.....	7
Vertiefungsrichtung Modellierung und Simulation.....	9
Modulbeschreibungen.....	10
(01) Mathematische/Naturwissenschaftliche Grundlagen 1.....	11
(02) Mathematische/Naturwissenschaftliche Grundlagen 2.....	12
(03) Mathematische/Naturwissenschaftliche Grundlagen 3.....	13
(04) Mathematische / Naturwissenschaftliche Grundlagen: Allgemeine Chemie.....	14
(04) Mathematische / Naturwissenschaftliche Grundlagen: Praktikum Allgemeine Chemie.....	15
(05) Grundlagen der Physik.....	17
(06) Experimentelle Methoden der Materialwissenschaft, inkl. Praktikum.....	19
(07) Grundlagen der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik.....	21
(08) Materialwissenschaft: Geschichte, Stoffkreisläufe und Analyse wichtiger Reaktionen in und an Werkstoffen (MW-GSA).....	24
(09) Funktionswerkstoffe.....	26
(10) Programmierung und Numerische Methoden.....	28
(11) Fortgeschrittene Programmiermethoden, inkl. Programmierpraktikum.....	30
(12) Material- und Festkörperphysik 1.....	32
(13) Material- und Festkörperphysik 2.....	34
(14) Materialinformatik.....	36
(15) Mechanik A.....	38
(16) Grundlagen der Thermodynamik.....	39
(17) Grundlagen der Messtechnik mit Praktikum.....	41
Vertiefungsrichtung Modellierung und Simulation.....	43
(18C) Computational Materials Science 1: Anwendungen und Software.....	44
(19C) Computational Materials Science II: Einführung in die Kontinuumsmethoden.....	45
(20C) Computational Materials Science 3: Einführung in die atomistischen Methoden.....	47
(21C) Seminar in Materials Modeling (engl.).....	48
(PM1C) Modellierung von Diffusionsprozessen in Werkstoffen.....	49
(PM2C) Oberflächen und Grenzflächen: Modelle, Prozesse, Eigenschaften.....	50
(PM3C) Einführung in die Calphad-Methode.....	52
(PM4C) Data science with Python.....	53
(PM5C) Berechnung von Materialeigenschaften auf der atomaren Skala.....	54
(PM6C) Computational Mechanics of Materials.....	55
Vertiefungsrichtung , Experimentelle Materialwissenschaft.....	56
(18E) Werkstoffwissenschaft.....	57

(19E) Modul Werkstofftechnik.....	59
(20E) Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Mikrosystemtechnik.....	61
(21E) Modul Werkstoffeigenschaften .....	63
(PM1E) Laseranwendungen in der Materialforschung und Mikrotechnik.....	65
(PM2E) Modul Leichtmetalle und Verbundwerkstoffe.....	66
(PM3E) Modul Elektronenmikroskopie und Röntgenbeugung .....	67
(PM4E) Modul Polymere Werkstoffe und Formgedächtnislegierungen .....	69
(PM5E) Materials Processing: Beschichtungstechnik und Pulvermetallurgie .....	71
(PM6E) Modul Werkzeugtechnologie 1 + 2.....	73
(PM7E) Modul Werkstoffrecycling .....	74
(26) Technisches Englisch .....	76
(27) Nicht-MINT Modul.....	77
(28) Wissenschaftliches Schreiben und Projektarbeit.....	78
(29) Modul Bachelorarbeit .....	79

# Der Studiengang im Überblick

Der Bachelorstudiengang Materialwissenschaft ist für eine Regelstudienzeit von sechs Semestern ausgelegt. Im ersten Semester lernen Sie die mathematisch-naturwissenschaftlichen und materialwissenschaftlichen Grundlagen. Ab dem vierten Semester erfolgt die Vertiefung in einem der beiden Studienschwerpunkte „Experimentelle Materialwissenschaft“ oder „Modellierung und Simulation“. Ergänzt werden die Fachvorlesungen durch nichttechnische Fächer, z.B. wissenschaftliches Schreiben und technisches Englisch.

Im letzten Studienjahr lösen Sie realistische und relevante materialwissenschaftliche Probleme – eigenständig, mit dem was sie bisher gelernt haben! Dieses forschende Lernen findet in einer Projektarbeit statt, die an die Lehrveranstaltung „Wissenschaftliches Arbeiten“ gekoppelt ist. Im sechsten Semester forschen Sie dann abschließend noch intensiver an einer materialwissenschaftlichen Aufgabe im Rahmen der Bachelorarbeit, die dann auch den Abschluss des Studiums bildet.

Nach dem Studium können Sie als Werkstoffingenieurin zur Entwicklung neuer Werkstoffe und Materialien beitragen, Test- und Prüfverfahren konzipieren und anwenden und Produktionsprozesse planen.

Im Einzelnen:

- verstehen Sie die Beziehung zwischen atomarer Struktur, chemischer Zusammensetzung, Gefüge und Eigenschaften der wichtigsten Werkstoffklassen
- kennen Sie die bedeutendsten (theoretischen) Modelle zu physikalischen und mechanischen Eigenschaften der Werkstoffe
- kennen Sie wichtige Herstellungsverfahren von technischen Werkstoffen
- können Sie mit experimenteller Infrastruktur umgehen und Laborversuche planen und durchführen (Metallographie, Mikroskopie, mechanische Prüfung, Wärmebehandlung, chemische Analysen, Messtechnik)
- können Sie industrierelevante Softwarepakete einsetzen (Finite-Elemente, Thermodynamik und Kinetik, Atomistik), um materialwissenschaftliche Probleme zu lösen
- können Sie in einer höheren Programmiersprache eigenständig Programme Lösungen von einfachen Aufgabenstellungen aus der Materialwissenschaft schreiben
- können Sie Materialdaten erfassen und verarbeiten und Methoden des maschinellen Lernens anwenden.
- können Sie englischsprachige technische Texte verstehen und verfassen
- können Sie materialwissenschaftliche Inhalte vor Publikum präsentieren.

## Der Bachelorstudiengang Materialwissenschaft im Überblick

	Semester 1	Semester 2	Semester 3	Semester 4	Semester 5	Semester 6
Mathematisch/ Naturwissensch. Grundlagen	Mathematik 1	Mathematik 2	Mathematik 3	Funktions- werkstoffe	Materialinformatik	Materialwiss. Anwendungen: Pflichtmodul 3
Materialwissen- schaftliche Grundlagen			Programmierung und numerische Methoden	Fortg. Programmierung Praktikum	Materialwiss. Anwendungen: Pflichtmodul 2	Materialwiss. Anwendungen: Profilmodul 2
Materialwissen- schaftliche Anwendungen I	Chemie: VL Allg. Chemie	Physik	Material-/Fest- körperphysik I	Material-/Fest- körperphysik II	Materialwiss. Anwendungen: Profilmodul 1	Technisches Wahlfach
Materialwissen- schaftliche Anwendungen II	Praktikum	Grundlagen der MaWi und WeTe Praktikum	Mechanik A	Grundl. Messtechnik Praktikum		
Nichttechnische Anwendungen	Experimentelle Methoden inkl. Praktikum	Materialwissensch aft: Geschichte, Stoffkreisläufe und Analyse ...	Grundlagen Thermodynamik	Materialwiss. Anwendungen: Pflichtmodul 1	Technisches Wahlfach	Bachelor-Arbeit
Fach- wissenschaftliche Arbeiten	Grundlagen der MaWi und WeTe	Technisches Englisch	Technisches Englisch	Wahlfach	Projektarbeit	

## Studienverlauf

Modul	Modulbezeichnung	SWS	LP	1. Sem V Ü	2. Sem V Ü	3. Sem V Ü	4. Sem V Ü	5. Sem V Ü	6. Sem V Ü
<b>Mathematische/Naturwissenschaftliche Grundlagen</b>									
1	Mathematik 1	6	8	4 2					
2	Mathematik 2	6	8		4 2				
3	Mathematik 3	3	5			2 1			
4	Allgemeine Chemie	5	8	2 3					
	Praktikum Chemie	-	4	x					
5	Grundlagen der Physik	5	6		4 1				
	<b>Summe</b>	<b>25</b>	<b>39</b>						
<b>Materialwissenschaftliche Grundlagen</b>									
6	Exp. Methoden der Materialwissenschaft	2	3	2 0					
	Praktikum zu Exp. Methoden	-	2	x					
7	Grundlagen der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik	6	8	3 0	3 0				
	Praktikum zu Grundlagen Materialwissenschaft	-	2		x				
8	Materialwissenschaft: Geschichte, Stoffkreisläufe und Analyse	5	6		4 1				
9	Funktionswerkstoffe	4	5				3 1		
10	Programmierung und Numerische Methoden	4	5			2 2			
11	Fortgeschrittene Programmiermethoden	2	3				2 0		
	Computer/Programmierpraktikum zu Fortgeschrittene Programmiermethoden	-	4				x		
12	Material- und Festkörperphysik 1	4	5			3 1			
13	Material- und Festkörperphysik 2	4	5				3 1		
14	Materialinformatik	4	5					2 2	
15	Mechanik A	7	9			3 4			
16	Grundlagen der Thermodynamik	4	5			2 2			
17	Grundlagen der Messtechnik mit Praktikum	4	5		1 3				
	<b>Summe</b>	<b>50</b>	<b>72</b>						
<b>Materialwissenschaftliche Anwendungen 1 <sup>1)</sup></b>									
18	Pflichtmodul 1	4	5				3 1		
19	Pflichtmodul 2	4	5					3 1	
20	Pflichtmodul 3	4	5					3 1	
21	Pflichtmodul 4	4	5					3 1	
	<b>Summe</b>	<b>16</b>	<b>20</b>						
<b>Materialwissenschaftliche Anwendungen 2 <sup>1)</sup></b>									
22	Profilmodul 1	4	5					3 1	
23	Profilmodul 2	4	5					3 1	
24	Profilmodul 3	4	5					3 1	
25	Profilmodul 4	4	5					4 0	
	<b>Summe</b>	<b>16</b>	<b>20</b>						
<b>Nichttechnische Anwendungen</b>									
26	Technisches Englisch/Sprachkurs	4	5				4 0		
27	Nicht MINT Modul <sup>2)</sup>	3	4				3 0		
	<b>Summe</b>	<b>7</b>	<b>9</b>						
<b>Fachwissenschaftliche Arbeiten</b>									
28	Wissenschaftliches Schreiben + Projektarbeit (180 h)	-	8					x	
29	Bachelor-Arbeit (360 h)	-	12						x
	<b>Summe</b>	<b>-</b>	<b>20</b>					<b>8</b>	<b>12</b>
<b>Gesamtsumme</b>		<b>114</b>	<b>180</b>						
<b>Semesterwochenstunden</b>				16	23	22	21	18	14
<b>Leistungspunkte</b>				29	31	29	31	30	30

**SWS** = Semesterwochenstunden; **LP** = Leistungspunkte; **V / Ü** = Vorlesungsstunden / Übungsstunden pro Woche

<sup>1)</sup> Die Festlegung erfolgt mit der Wahl eines der beiden Studienschwerpunkte "Experimentelle Materialwissenschaft" oder "Modellierung und Simulation"

<sup>2)</sup> Das Nichttechnische Wahlfach kann aus dem gesamten Lehrangebot nichttechnischer Art der Fakultät für Maschinenbau oder aus dem Lehrangebot einer anderen Fakultät der RUB gewählt werden. Es soll inhaltlich nichttechnischer Art, aber für die materialwissenschaftliche Ausbildung grundsätzlich sinnvoll sein. Über die Zulässigkeit entscheidet auf Antrag der Prüfungsausschuss!

## Vertiefungsrichtung: Experimentelle Materialwissenschaft

Modul	Modulbezeichnung	SWS/L P	4. Sem		5. Sem		6. Sem	
			V	Ü	V	Ü	V	Ü
	<i>Materialwissenschaftliche Anwendungen 1</i>							
18	Werkstoffwissenschaft	4/5	3	1				
19	Werkstofftechnik	4/5			2	2		
20	Werkstoffe- und Fertigungsverfahren der Mikrosystemtechnik	4/5			3	1		
21	Werkstoffeigenschaften	4/5			3	1		
	<i>Materialwissenschaftliche Anwendungen 2</i>							
22	Profilmodul 1	4/5						
23	Profilmodul 2	4/5						
24	Profilmodul 3	4/5						
	<i>Profilmodule 1 bis 3 sind aus folgender Modulgruppe zu wählen:</i>							
	Lasieranwendungen in der Materialforschung und Mikrotechnik				3	1		
	Materials Processing: Beschichtungstechnik und Pulvermetallurgie				4	0		
	Werkstoffrecycling				3	1		
	Werkzeugtechnologie 1 + 2				2	0	2	0
	Elektronenmikroskopie und Röntgenbeugung						3	1
	Leichtmetalle und Verbundwerkstoffe						4	0
	Polymere Werkstoffe und Formgedächtnislegierungen						4	0
25	Technische Wahlmodule im Umfang von zus. 5 CP <sup>1)</sup>	4/5					x	
	<i>Das technische Wahlfach kann aus dem gesamten Bachelor-Lehrangebot technischer Arbeit der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum, einer anderen Fakultät der RUB oder der Fakultät für Maschinenbau der Universität Dortmund gewählt werden. Über die Zulässigkeit anderer Module entscheidet auf Antrag der Prüfungsausschuss.</i>							

<sup>1)</sup> Wählbare Module werden vor Semesterbeginn veröffentlicht.

**Für die Wahl der Vertiefungsmodule Experimentelle Materialwissenschaft empfehlen wir Ihnen die folgenden Profile:**

**Profil Werkstoffengineering**

- Leichtmetalle und Verbundwerkstoffe
- Materials Processing I: Pulvermetallurgie
- Materials Processing II: Beschichtungstechnik
- Werkstofftechnologie 1 + 2

**Profil Microengineering**

- Elektronenmikroskopie und Röntgenbeugung
- Polymere Werkstoffe und Formgedächtnislegierungen
- Laseranwendungen in der Materialforschung und Mikrotechnik

**Profil Werkstoffforschung**

- Elektronenmikroskopie und Röntgenbeugung
- Polymere Werkstoffe und Formgedächtnislegierungen
- Leichtmetalle und Verbundwerkstoffe
- Werkstoffrecycling

Für die genannten Profile werden überdeckungsfreie Veranstaltungen und Prüfungstermine angestrebt. Die Wahl von Vertiefungsmodulen aus unterschiedlichen Profilen ist ebenso zulässig. In diesem Fall kann jedoch keine organisatorische Optimierung (überdeckungsfreie Veranstaltungen, Prüfungstermine) gewährleistet werden.

## Vertiefungsrichtung Modellierung und Simulation

Modul	Modulbezeichnung	SWS / LP	4. Sem V Ü	5. Sem V Ü	6. Sem V Ü
	<i>Materialwissenschaftliche Anwendungen 1</i>				
18	Computational Materials Science 1: Software & Anwendungen	4/5	2 2		
19	Computational Materials Science 2: Kontinuuumsmethoden	4/5		3 1	
20	Computational Materials Science 3: Atomistische Methoden	4/5			3 1
21	Seminar Materials Modeling (englisch)	4/5			x
	<i>Materialwissenschaftliche Anwendungen 2</i>				
22	Profilmodul 1	4/5			
23	Profilmodul 2	4/5			
24	Profilmodul 3	4/5			
	<i>Profilmodule 1 bis 3 sind aus folgender Modulgruppe zu wählen:</i>				
	Modellierung von Diffusionsprozessen in Werkstoffen			2 2	
	Oberflächen und Grenzflächen: Modelle, Prozesse, Eigenschaften			2 2	
	Einführung in die CALPHAD-Methode			2 2	
	Data science with Python (englisch)				2 2
	Berechnung von Materialeigenschaften auf der atomaren Skala				2 2
	Computational Mechanics of Materials (englisch)				2 2
25	Technisches Wahlfach <sup>1)</sup>	4/5			x
	<i>Das technische Wahlfach kann aus dem gesamten Bachelor-Lehrangebot technischer Arbeit der Fakultät für Maschinenbau der Ruhr-Universität Bochum, einer anderen Fakultät der RUB oder der Fakultät für Maschinenbau der Universität Dortmund gewählt werden. Über die Zulässigkeit anderer Module entscheidet auf Antrag der Prüfungsausschuss.</i>				

<sup>1)</sup> Wählbare Module werden vor Semesterbeginn veröffentlicht.

# Modulbeschreibungen

<b>(01) Mathematische/Naturwissenschaftliche Grundlagen 1</b>					
<i>Basics in Mathematics and Science 1</i>					
<b>Modul-Nr.</b> 1	<b>Credits</b> 8 CP	<b>Workload</b> 240 h	<b>Semester</b> 1	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> Keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Übung			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS (60 h) b) 2 SWS (30 h)	<b>Selbststudium</b> <b>m</b> a) 105 h b) 45 h	<b>Turnus</b> a + b) jedes WiSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Name 1 / ggf. Name 2 Modulverantwortlicher: Prof. Dr. H. Flenner Lehrende: Priv.-Doz. Dr. Björn Schuster, Prof. Dr. Peter Eichelsbacher, Prof. Dr. Christine Helzel					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b> keine <b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Teilnahme am 4-wöchigen Vorkurs „Mathematik“ für Ingenieure und Naturwissenschaftler“ vor Studienbeginn im September					
<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> Es werden mathematische Methoden der Analysis einer Veränderlichen unterrichtet: <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> Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS) / deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur / 180 Minuten					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulklausur					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) Studiengang BSc Maschinenbau					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 8/180					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>(02) Mathematische/Naturwissenschaftliche Grundlagen 2</b>					
<i>Basics in Mathematics and Science 2</i>					
<b>Modul-Nr.</b> 2	<b>Credits</b> 8 CP	<b>Workload</b> 240 h	<b>Semester</b> 2	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> Keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Übung			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS (60 h) b) 2 SWS (30 h)	<b>Selbststudium</b> <b>m</b> a) 105 h b) 45 h	<b>Turnus</b> a + b) jedes SoSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Modulverantwortlicher: Prof. Dr. H. Flenner Lehrende: Priv.-Doz. Dr. Björn Schuster, Prof. Dr. Peter Eichelsbacher, Prof. Dr. Christine Helzel					
<b>Teilnahmevoraussetzung:</b> keine					
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Mathematik 1					
<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 wissenschaftl. Lernens und Denkens</li> <li>• verfügen Studierende über fachübergreifende Methodenkompetenz.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> Es werden mathematische Methoden der Analysis mehrerer Veränderlichen unterrichtet: <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 Veränderlichen (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> Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS) / deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur / 180 Minuten					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulklausur					
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b> Studiengang BSc Maschinenbau					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 8/180					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>(03) Mathematische/Naturwissenschaftliche Grundlagen 3</b>					
<i>Basics in Mathematics and Science 3</i>					
<b>Modul-Nr.</b> 3	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 3	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> Keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Übung			<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS (30 h) b) 1 SWS (15 h)	<b>Selbststudium</b> <b>m</b> a) 60 h b) 45 h	<b>Turnus</b> a + b) jedes WiSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Modulverantwortlicher: Prof. Dr. H. Flenner Lehrende: Prof. Dr. Peter Eichelsbacher, Prof. Dr. Christine Helzel					
<b>Teilnahmevoraussetzung:</b> keine					
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> 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 die Studierenden mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen erkennen und lösen</li> <li>• praktizieren die Studierenden erste Ansätze wissenschaftlichen Lernens und Denkens</li> <li>• verfügen die Studierenden über fachübergreifende Methodenkompetenz.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> Es werden grundlegende Methoden der Statistik und Wahrscheinlichkeitsrechnung unterrichtet: Wahrscheinlichkeitsräume, bedingte Wahrscheinlichkeiten, diskrete und stetige Zufallsvariable, Unabhängigkeit, Dichtefunktionen, Verteilungsfunktionen und wichtige Verteilungen (u.a. Normal-, Exponential-, Poisson-, Gamma- und Binominalverteilung), Erwartungswert, Varianz, Kovarianz, Korrelationskoeffizienten, Deskriptive Statistik, Schätztheorie, Konfidenzintervalle Grundlagen der Testtheorie und einige praktische Testverfahren, mehrdimensionale Verteilungen, Gesetz der großen Zahlen, Grenzwertsätze, Minima und Maxima von Zufallsvariablen, Lineare Regression, $\chi^2$ Test.					
<b>Lehrformen / Sprache</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS) / deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur / 180 Minuten					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modul Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) Studiengang BSc Maschinenbau					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/180					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>(04) Mathematische / Naturwissenschaftliche Grundlagen: Allgemeine Chemie</b>					
<i>Basics in Mathematics and Science: General Chemistry</i>					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
4	8 CP	240 h	1	1 Semester	Keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Übung c) Begleitendes E-Learning Modul			<b>Kontaktzeit</b> a) 2 SWS (30 h) b) 1 SWS (15 h) c) ./.	<b>Selbststudium</b> <b>m</b> a) 60 h b) 45 h c) 90 h	<b>Turnus</b> Jedes WiSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> <b>Modulverantwortlicher:</b> Prof. Dr. Roland A. Fischer Lehrende: Prof. Dr. Nils Metzler-Nolte und Dozenten der Anorganischen Chemie					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b> keine					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verfügen Studierende über grundlegende Kenntnisse zu den allgemeinen Prinzipien der Chemie</li> <li>• Können Studierende die erlernten Kenntnisse sicher anwenden und einfache Aufgaben zu chemischen Fragestellungen zu lösen</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> Es werden die Grundlagen der Chemie unterrichtet: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemische Stoffe: Stoffe, Verbindungen, Elemente, Stöchiometrielehre, Aufbau der Atome und des Periodensystems.</li> <li>• Chemische Energetik: Enthalpie, Kalorimetrie</li> <li>• Chemische Bindung: Ionenkristalle, Moleküle und Orbitale, metallische Bindung, Koordinationsverbindungen.</li> <li>• Chemische Kinetik: Geschwindigkeit chemischer Reaktionen, Geschwindigkeitsgesetze, Aktivierungsenergie und Katalyse.</li> <li>• Chemisches Gleichgewicht: Säuren und Basen, Redoxgleichgewichte.</li> <li>• Ausgewählte Beispiele zur Stoffchemie der Elemente: Hauptgruppenelemente (Wasserstoff, 3.-7. Hauptgruppe an ausgewählten Beispielen, Alkali- und Erdkalimetalle.</li> <li>• Trends im Periodensystem der Elemente</li> <li>• Übergangsmetalle: Koordinative Bindungen, Kristallfeldtheorie, elektronische, magnetische und optische Eigenschaften.</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS), begleitendes E-Learning-Modul (2 SWS) / deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur / 120 Minuten					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulklausur					
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b> Bachelor Studiengänge der Chemie und Biochemie					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 8/180					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>(04) Mathematische / Naturwissenschaftliche Grundlagen: Praktikum Allgemeine Chemie</b>					
<i>Basics in Mathematics and Science: Practical Training General Chemistry</i>					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
4	4 CP	120 h	1	1 Semester	40
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> Laborpraktikum			<b>Kontaktzeit</b> 60 h	<b>Selbststudium</b> 60 h (dav. ca. 20 geführt. „eLab“)	<b>Turnus</b> Jedes WiSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Modulverantwortlicher: Prof. Dr. Roland A. Fischer Lehrender: R. Schmid					
<b>Teilnahmevoraussetzung:</b> Keine					
<b>Lernziele / Kompetenzen:</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls verfügen Studierende über <ul style="list-style-type: none"> <li>• einen praktischen Bezug zum in den Vorlesungen erarbeiteten chemischen Wissen</li> <li>• grundlegende handwerkliche Fertigkeiten für das chemische Experimentieren mit einfachen Laborgeräten und den Umgang mit unbedenklichen Stoffen bzw. Gefahrstoffen mit geringen Handhabungsanforderungen</li> <li>• Kenntnisse über das sichere und sachgerechte Arbeiten im chemischen Labor.</li> </ul> ...können Studierende <ul style="list-style-type: none"> <li>• die erlernten Methoden und Stoffkenntnisse (im Kontext der Vorlesung Allgemeine Chemie) für die Bearbeitung einfacher chemischer Problemstellungen zu Ionenreaktionen und wässriger Lösung in selbständig entworfenen Experimenten umsetzen.</li> </ul>					
<b>Inhalt:</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Sicherheitsmodul „Laborführerschein“ mit Online- und Präsenzveranstaltungen (Verhalten im Labor, Umgang mit Gefahrstoffen, Verhalten im Notfall, Brandschutzvorlesung, Löschübung)</li> <li>2. Vorbereitung auf die Präsenzphasen durch ein virtuelles Laborpraktikum (eLab)</li> <li>3. Präsenzphase I: Versuchstage mit definiertem Versuchsablauf <ul style="list-style-type: none"> <li>○ a) Chemische Grundoperationen: Sachgerechter Umgang mit Stoffen, Wägen, Volumenmessung</li> <li>○ b) Stoffchemie und Reaktivität: Säure-Base-Reaktionen, Redoxreaktionen, Fällungsreaktionen</li> <li>○ c) Grundlagen der Fachsprache, Dokumentation der Versuche und Auswertung</li> </ul> </li> <li>4. Präsenzphase II: Freies Arbeiten in der Qualitative Analyse <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Praktische Grundlagen der Stoffchemie, Reaktivität von Ionenverbindungen in wässriger Lösung</li> <li>b) Selbstständige Versuchsplanung und Durchführung, Interpretation und Dokumentation der Nachweisreaktionen</li> </ul> </li> </ol> Die Veranstaltungen der Präsenzphasen werden durch Online-Angebote unterstützt.					
<b>Lehrformen / Sprache</b> Laborpraktikum („Blended Learning“ mit einer längeren Laborpräsenzphase)					

<b>Prüfungsformen</b>
Teilnahme an Präsenzveranstaltungen; Onlinetests, eingereichte Labormitschriften, Abgabe von Analyseergebnissen
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>
Teilnahme an allen Präsenzveranstaltungen; attestierte Labor-Mitschriften, korrekte Analyse aller Proben in Präsenzphase II
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)
B. Sc. Chemie
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>
4/180
<b>Sonstige Informationen</b>
Bei mehr als 40 Anmeldungen erfolgt Platzvergabe im Losverfahren

<b>(05) Grundlagen der Physik</b>					
<i>Fundamentals of Physics</i>					
<b>Modul-Nr.</b> 5	<b>Credits</b> 6 CP	<b>Workload</b> 180 h	<b>Semester</b> 2	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Übung			<b>Kontaktzeit</b> a) 4 SWS (60 h) b) 1 SWS (15 h)	<b>Selbststudium</b> <b>m</b> a) 60 h b) 45 h	<b>Turnus</b> a) jedes SoSe b) jedes SoSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr. M. Fritsch					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b> Teilnahme an Mathematik 1					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verstehen Studierende die Grundzüge der Experimentalphysik und können damit Anwendungen in der Technik und Beispiele aus der alltäglichen Erfahrungswelt verstehen und diskutieren.</li> <li>• Können Studierende einfache physikalische Probleme durch Anwendung der in der Vorlesung abgeleiteten Grundformeln lösen.</li> <li>• Sind Studierende in der Lage, grundlegende physikalische Experimente auf Basis von Versuchsvorschriften eigenständig durchzuführen, Ergebnisse zu beobachten, zu interpretieren, zu dokumentieren und zu diskutieren.</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Elektrizitätslehre:</b> Elektrische Ladung, Elektrische Feldlinien, elektrisches Feld, Spannung, Kapazität eines Kondensators, elektrischer Strom, Stromstärke und Wirkungen, der elektrische Widerstand, Ohmsches Gesetz, Stromkreise, Kirchhoff'sche Gesetze, Arbeit und Leistung des elektrischen Stroms, Messungen von I, U, R,</li> <li>• <b>Magnetisches Feld und Induktion:</b> Die magnetische Kraft, magnetisches Feld, Kräfte im Magnetfeld, Magnetische Induktion, Energiegehalt des magnetischen und elektrischen Feldes, Materie im elektrischen und magnetischen Feld, die Maxwell'schen Gleichungen, Zeitabhängige Ströme und Spannungen, der Wechselstromgenerator, Wechselstromwiderstände, der Transformator</li> <li>• <b>Ein- und Ausschaltvorgänge:</b> Schwingkreis, Mechanismen der elektrischen Leitung: elektrische Leitungen in Flüssigkeiten, elektrische Leitung in Metallen, elektrische Leitung in Halbleitern, Leitende Kunststoffe, Elektrizitätsleitung im Vakuum,</li> <li>• <b>Elektromagnetische Wellen:</b> Analogiebetrachtung von mechanischen und elektromagnetischen Wellenerscheinungen, Elektromagnetische Wellen,</li> <li>• <b>Optik:</b> Natur des sichtbaren Lichtes</li> <li>• <b>Strahlenoptik (Geometrische Optik):</b> Strahlen und Wellenfronten, Reflexion von ebenen Wellen, Brechung von ebenen Wellen, Optische Abbildungen</li> <li>• <b>Wellenoptik:</b> Interferenz, Kohärenzbedingung, Interferenz nach Reflexion und Brechung, Interferenz nach Beugung, Polarisation von Lichtwellen, der Laser,</li> <li>• <b>Quantenphysik:</b> Eindimensionale Schrödingergleichung, Pauliprinzip</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> Vorlesung (4 SWS), Übung (1 SWS) / deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur / 150 Minuten					

<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>
Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)
Entspricht dem Modul Physik I für Studierende der Biologie und Physik II für Studierende der Chemie und Biochemie
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>
6/180
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>(06) Experimentelle Methoden der Materialwissenschaft, inkl. Praktikum</b>					
<i>Experimental Methods in Materials Science, incl. lab course</i>					
<b>Modul-Nr.</b> 6	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 1	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> a) keine Einschränkung b) 10-15/Gru.
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Laborpraktikum			<b>Kontaktzeit</b> 2 SWS (30 h) 2 SWS (30 h)	<b>Selbststudium</b> <b>m</b> 60 h 30 h	<b>Turnus</b> Jedes WiSe Jedes WiSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> apl. Prof. Dr.-Ing. Jan Frenzel					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b> keine					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Die Eigenschaften von Ingenieurwerkstoffen werden maßgeblich durch die chemische Zusammensetzung und durch die Mikrostruktur bestimmt. In diesem Modul werden wichtige Methoden zur Herstellung von Werkstoffen im Labormaßstab, zur Untersuchung von Mikrostrukturen und Werkstoffeigenschaften sowie die zugrundeliegenden physikalischen Prinzipien vorgestellt. Die Anwendung dieser Verfahren wird anhand von Beispielen aus aktuellen Forschungsprojekten demonstriert. Vorlesung und Übung werden durch ein materialwissenschaftliches Laborpraktikum ergänzt. Die Studierenden haben nach dem erfolgreichen Abschluss des gesamten Moduls folgende Kompetenzen erworben: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie können wichtige Methoden zur Herstellung und Untersuchung von Werkstoffen benennen und die zugrundeliegenden physikalischen Prinzipien / technischen Gegebenheiten erklären.</li> <li>• Einfache materialwissenschaftliche Versuche können durchgeführt, dokumentiert, ausgewertet und die Ergebnisse visualisiert werden.</li> <li>• Die Studierenden sind in der Lage, zu bewerten, welche Methoden bei welchen Problemstellungen geeignet/ungeeignet sind, und welche Randbedingungen relevant sind. Darüber hinaus können sie abschätzen, welche prinzipiellen Ergebnisse erwartet werden können.</li> <li>• Sie kennen praktische Aspekte ausgewählter Verfahren/Methoden und können auf erste Erfahrungen zu praktischer Laborarbeit zurückgreifen.</li> <li>• Die Studierenden verfügen über ein entsprechendes Fachvokabular. Sie können dieses nutzen, um Versuche zu beschreiben und um Ergebnisse zu erläutern/diskutieren.</li> <li>• Gängige Instrumente zur Sicherung, Analyse und Aufbereitung experimenteller Daten sind bekannt und können in der Praxis angewendet oder als Ausgangsbasis für die Bearbeitung komplexerer Problemstellungen genutzt werden.</li> </ul>					
<b>Inhalt</b> <b>a) Vorlesung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erschmelzen einer Legierung: Induktions- und Lichtbogenschmelzen</li> <li>• Wärmebehandlung – Technologische Aspekte und Werkstoffgefüge (Fe- und Al-Legierungen)</li> <li>• Umformen: Kalt- und Warmumformung</li> <li>• Thermische Analysen: DTA, DSC und Thermogravimetrie</li> <li>• Beispiel: Prozesskette zur Herstellung von Ni-Ti-Legierungen (Schmelzen, Wärmebehandlung, Umformen, DSC, Mikroskopie und funktionelle Eigenschaften)</li> <li>• Licht- und Elektronenmikroskopie</li> </ul>					

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messung von Kraft, Verschiebung und Temperatur. Sensoren, Messwerterfassung und Auswertung</li> <li>• Mechanische Schlüsselexperimente: Härte/Mikrohärte, Zug-/Druckversuch, Ermüdung, Kriechen, Bruchmechanik</li> <li>• Röntgenbeugung</li> <li>• Elektrochemie in den Materialwissenschaften: Spannungsreihe, Korrosion, elektrolytisches Polieren</li> <li>• Datenverarbeitung und -archivierung, Datenbanken und digitale Laborbücher</li> </ul> <p><b>b) Praktikum</b></p> <p>Das Praktikum beinhaltet die folgenden Versuche:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuch 1: Erschmelzen von Legierungen durch Induktions- und Lichtbogenschmelzen</li> <li>• Versuch 2: Umformen und Wärmebehandeln</li> <li>• Versuch 3: Metallographische Präparation und Lichtmikroskopie</li> <li>• Versuch 4: Rasterelektronenmikroskopie</li> </ul>
<p><b>Lehrformen / Sprache</b></p> <p>a) Vorlesung (2 SWS), b) Gruppenarbeit im Praktikum (2 SWS)</p> <p>Sprache: deutsch</p>
<p><b>Prüfungsformen</b></p> <p>Klausur / 120 Minuten</p>
<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur</li> <li>• Alle Versuche des Werkstoffpraktikums sind erfolgreich bestanden (Studienleistung). Der Nachweis erfolgt über praktikumsbegleitend durchgeführte Lernstandskontrollen.</li> </ul>
<p><b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen): -</p>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote</b></p> <p>5/180</p>
<p><b>Sonstige Informationen</b></p>

<b>(07) Grundlagen der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik</b>					
<i>Fundamentals of Materials Science and Engineering</i>					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
7	10 CP	300 h	1 und 2	2 Semester	a + b) keine Einschränkung c) 10-15/Gru.
<b>Lehrveranstaltung(en)</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Vorlesung „Werkstoffe – Grundlagen“			3 SWS (45 h)	<b>m</b>	jedes WiSe
b) Vorlesung „Werkstoffe – Anwendung“			3 SWS (45 h)	75 h	jedes SoSe
c) Werkstoffpraktikum			2 SWS (30 h)	75 h	jedes SoSe
				30 h	
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Sebastian Weber					
Lehrende: a) Prof. Prof. Dr. Guillaume Laplanche, b) und c) Dr.-Ing. Sebastian Weber					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
Keine					
<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 die Materialwissenschaften 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 materialwissenschaftlichem Bezug durchzuführen, zu dokumentieren, auszuwerten und zu bewerten.</li> <li>• moderne Prüfmethoden zu Werkstoffcharakterisierung anzuwenden und daraus beanspruchungsgerechte Werkstoffeigenschaften zur Auslegung von Bauteilen und Komponenten abzuleiten.</li> </ul>					
<b>Inhalt</b>					
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.					
Im Vorlesungsteil „Werkstoffe – Anwendung“ werden die für die Materialwissenschaft wesentlichen Werkstofffamilien, deren Verarbeitung zu einem Halbzeug oder Bauteil, der Fertigungseinfluss auf die Mikrostruktur und die Eigenschaften sowie typische Anwendungsbeispiele anhand technischer Bauteile behandelt.					

Das im zweiten Fachsemester vorlesungsbegleitend angebotene Praktikum verfolgt das Ziel, materialwissenschaftliche Grundlagen anhand ausgewählter Beispiele in experimentellen Versuchen zu vermitteln. Das Praktikum ist inhaltlich abstimmt mit dem im ersten Fachsemester angebotenen Praktikum zu den experimentellen Methoden der Materialwissenschaft.

a) Vorlesung „Werkstoffe – Grundlagen“

- Erste Einführung in das Gebiet der Werkstoffe und Werkstofffamilien (Metalle, Glas/Keramik, Kunststoffe und Verbundwerkstoffe)
- 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
- 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) Vorlesung „Werkstoffe – Anwendung“

- 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) Materialwissenschaftliches Praktikum

Inhaltlich angelehnt an die Vorlesung werden Laborversuche mit materialwissenschaftlichem Bezug angeboten. Die Praktikumsinhalte sind zudem abgestimmt mit den Inhalten des

Praktikums „Experimentelle Methoden der Materialwissenschaft“ aus dem ersten Fachsemester.
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) und b) Vorlesung (2x3 SWS), c) Gruppenarbeit im Praktikum Sprache: Deutsch
<b>Prüfungsformen</b> Klausur / 180 Minuten
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur</li> <li>2. Alle Praktikumsversuche des Werkstoffpraktikums sind erfolgreich bestanden (Studienleistung). Der Nachweis erfolgt über praktikumsbegleitend durchgeführte Lernstandskontrollen.</li> </ol>
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) Modulteile a) und b) entsprechen den Vorlesungen im Modul Werkstoffe: Grundlagen und Anwendungen im BSc MB
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 10 / 180
<b>Sonstige Informationen</b> Die folgende Literatur wird für das Eigenstudium und zur Vertiefung der Lehrinhalte empfohlen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eggeler und Laplanche, Skriptum „Werkstoffe – Grundlagen“ (2017)</li> <li>• Hornbogen, Werkstoffe, Springer-Verlag (2006)</li> <li>• Callister/Rethwisch, Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wiley-VCH (2012)</li> <li>• Askeland/Fulay/Wright, the science and engineering of materials, Cengage Learning (2010)</li> </ul>

**(08) Materialwissenschaft: Geschichte, Stoffkreisläufe und Analyse wichtiger Reaktionen in und an Werkstoffen (MW-GSA)**

*Materials Science: History, cycles of materials, and analysis of important reactions in and on materials*

Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
8	6 CP	180 h	2	1 Semester	keine Einschränkung

Lehrveranstaltung(en)	Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Vorlesung Geschichte und Stoffkreisläufe	2 SWS (30 h)	<b>m</b>	jedes SoSe
b) Vorlesung Wichtige Werkstoffreaktionen	2 SWS (30 h)	30 h	
c) Übungen	1 SWS (15 h)	30 h	
		45 h	

**Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r**

Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler

Lehrende: a) Gunther Eggeler, b) and c) Guillaume Laplanche

**Teilnahmevoraussetzung**

Teilnahme an Einführung in die Materialwissenschaft

**Lernziele/Kompetenzen**

Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls

- kennen die Studierenden die Geschichte der Materialwissenschaft und verstehen ihre gesellschaftliche Bedeutung
- können die Studierenden mit Stoffkreisläufen umgehen und kennen die Rolle der Materialwissenschaft bei der Bewältigung der gesellschaftlichen Herausforderungen
- verstehen die Studierenden wie man (zunächst qualitativ) die Konzepte der chemischen Thermodynamik und Kinetik auf Werkstoffe anwendet
- sind die Studierenden mit den zentralen Werkstoffreaktionen vertraut, wobei sie Reaktionen mit der Gasphase und in Schmelzen ebenso differenziert einordnen können wie Reaktionen im Festkörper
- können die Studierenden das erworbene Wissen auf andere Prozesse übertragen, um einfache Probleme in der Thermodynamik zu lösen

**Inhalte**

Die Materialwissenschaft hat sich in der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts als neue Ingenieurwissenschaft etabliert. Werkstoffe haben in der Geschichte der Menschheit immer eine wichtige Rolle gespielt und wesentliche gesellschaftliche Entwicklungen mitgeprägt. Heute müssen Werkstoffprobleme vor dem Hintergrund von Stoffkreisläufen diskutiert werden, die Ressourcenfragen ebenso mitbetrachten wie das Recycling. Die Materialwissenschaft ist aus den Naturwissenschaften (Chemie, Physik, Mineralogie) entstanden und hat die Werkstoffe und Materialsysteme der Technik zum Gegenstand. Sie ist heute in nationalen und internationalen Gesellschaften organisiert. Sie leistet einen wesentlichen Beitrag zur Lösung der großen Herausforderungen der Menschheit. Der erste Teil des Moduls Materialwissenschaft stellt diese geschichtlichen und gesellschaftlichen Aspekte der Materialwissenschaft in den Vordergrund.

Eine prägende Rolle für die Entwicklung und für die heutige Schlüsselrolle der Materialwissenschaft haben Werkstoffreaktionen gespielt. Dabei geht es um thermodynamische Triebkräfte und um atomare Beweglichkeiten. Diese können an einigen Beispielen so erläutert werden, dass man sie auf andere Fälle übertragen kann. Behandelt werden Reaktionen mit Gasen (Hochofenprozess, Oxidation, Dotieren und CVD/PVD-Verfahren). Schmelzen spielen eine wichtige Rolle (Legieren, Erstarren, Additive Fertigung). Und Festkörperreaktionen wie das Sintern, die Ausscheidung und das Wachstum von Teilchen,

Segregation an Grenzflächen) spielen eine Rolle. Im zweiten Teil des Moduls werden die Grundlagen der chemischen Thermodynamik und Kinetik auf Werkstoffe angewendet.

**a) Geschichte und Stoffkreisläufe:**

- Rolle der Werkstoffe in der Geschichte der Menschheit, Schlüsselentdeckungen
- Stoffkreisläufe (von Ressourcen bis Recycling)
- Organisation der Materialwissenschaft
- Aktuelle Beiträge zur Bewältigung der großen Herausforderungen der Menschheit

**b) Wichtige Werkstoffreaktionen**

- Bedeutung thermodynamischer und kinetischer Grundlagen (Triebkräfte und atomare Beweglichkeiten)
- Reaktionen mit der Gasphase (Reduktion von Erzen, Oxidation, Dotieren von Halbleitern, CVD und PVD Verfahren)
- Die Bedeutung von Schmelzen (Erstarren, Gießen, Additive Fertigung metallischer Werkstoffe)
- Festkörperreaktionen

**c) Übungen**

- Bearbeitung von Aufgaben, wie sie in der Modulprüfung vorkommen
- Berechnung von Werkstoff-Gleichgewichten
- Arbeiten mit der Gaußschen Fehlerfunktion

**Lehrformen / Sprache**

a) und b) Vorlesung (4 SWS), c) Übungen als Gruppenarbeit (1 SWS) / Deutsch

**Prüfungsformen**

Klausur / 150 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls** (in anderen Studiengängen)

Keine, aber geeignet für die Schüleruni der RUB

**Stellenwert der Note für die Endnote**

6 / 180

**Sonstige Informationen**

<b>(09) Funktionswerkstoffe</b>					
<i>Functional Materials</i>					
<b>Modul-Nr.</b> 9	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 4	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Übungen			<b>Kontaktzeit</b> 3 SWS (45 h) 1 SWS (15 h)	<b>Selbststudium</b> 60 h 30 h	<b>Turnus</b> Jedes SoSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig					
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine					
<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 Problemstellungen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> 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> <li>• multifunktionale Werkstoffe (Smart Materials)</li> <li>• kalorische Werkstoffe</li> <li>• optische Werkstoffe (klassisch und chemo-, thermo-, elektrochrom)</li> <li>• Werkstoffe für solare Energiewandlung und Energieträgerproduktion</li> <li>• Batteriematerialien</li> </ul>					

<b>Lehrformen / Sprache</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS) / deutsch
<b>Prüfungsformen</b> Klausur / 120 Minuten
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen): entspricht Modul-Nr. 136295 im BSc Maschinenbau
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5 / 180
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>(10) Programmierung und Numerische Methoden</b>					
<i>Programming and numerical methods</i>					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
10	5 CP	150 h	3	1 Semester	keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Vorlesung			2 SWS (30 h)	<b>m</b>	Jedes WiSe
b) Übungen			2 SWS (30 h)	45 h 45 h	
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr. Godehard Sutmann (Modulbeauftragter) und Dr. habil. Thomas Hammerschmidt					
<b>Teilnahmevoraussetzung:</b> Teilnahme an Mathematik 1 und 2.					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• verstehen Studierende mathematische Ausdrücke in numerisch handhabbare Formulierungen zu übersetzen</li> <li>• haben Studierende die Fähigkeit ein mathematisches Problem in einen Algorithmus zu übersetzen</li> <li>• können Studierende selbstständig numerische Probleme in eine Programmiersprache übersetzen</li> <li>• haben Studierende Erfahrung mit dem Schreiben, Analysieren und Ausführen eigener Programme</li> <li>• können Studierende Softwarewerkzeuge nutzen, um effizient eigene Programme zu schreiben, zu verwalten, Daten zu analysieren und graphisch darzustellen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Nutzung des Computers (Betriebssystem, Kommandozeile, Aufruf von Programmen, Datenverwaltung)</li> <li>• Einführung in Programmierumgebungen ("integrated development environment"), Programm Verwaltungsprogramme und Versionskontrolle</li> <li>• Einführung in moderne Compiler- und Interpreter-Programmiersprachen (Fortran/C++ , Python) <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sprachkonzepte (Schleifen, Entscheidungen, Steuerungen)</li> <li>○ Sprachelemente (Syntax, Datentypen/-strukturen, Programmablauf)</li> <li>○ Funktionen, Module, Klassen</li> <li>○ Strategien und Werkzeuge für Fehlersuche</li> <li>○ Zahlendarstellung und Rundungsfehler</li> <li>○ Ein- und Ausgabe von Daten</li> </ul> </li> <li>• Einführung von numerischer Mathematik im Kontext der Programmierung mit Berücksichtigung materialwissenschaftlicher Fragestellungen <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fehlerrechnung und Fehlerfortpflanzung inkl. numerischer Rundungsfehler</li> <li>○ Interpolation von Daten und Funktionen, Näherungsrechnung</li> <li>○ Lineare Algebra</li> <li>○ Klassifizierung und Analyse von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen</li> </ul> </li> </ul>					

<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Numerische Integration in einer und mehreren Dimensionen</li> <li>○ Stochastische Methoden zur Iteration hochdimensionaler Probleme <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Numerische Optimierung</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Lehrformen / Sprache</b>  Vorlesung (2 SWS), Computerübung (2 SWS), inkl. Demonstrationen zu Programm-Implementierungen von numerischen Problemen, Seminarvortrag der Studierenden zu Lösungen und Präsentation der eigenen Programme  Sprache: deutsch</p>
<p><b>Prüfungsformen</b>  Klausur / 120 Minuten</p>
<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur</li> <li>• Erreichen von mindestens 50% der Punkte in den Übungen</li> <li>• abgehaltener Seminarvortrag</li> </ul>
<p><b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen): -</p>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>  5 / 180</p>
<p><b>Sonstige Informationen</b>  Lernmaterialien werden den Studenten überwiegend zur Verfügung gestellt. Die eigenständige Suche nach Sekundärliteratur wird durch Referenzen unterstützt.</p>

<b>(11) Fortgeschrittene Programmiermethoden, inkl. Programmierpraktikum</b>					
<i>Advanced Programming Methods, incl. programming lab</i>					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
11	7 CP	210 h	4	1 Semester	keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Vorlesung			2 SWS (30 h)	<b>m</b>	Jedes SoSe
b) Praktikum			4 SWS (60 h)	60 h 60 h	Jedes SoSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr. Godehard Sutmann (Modulverantwortung und Lehre) Prof. Dr. Markus Stricker (Lehre)					
<b>Teilnahmevoraussetzung:</b>					
Teilnahme an Modul Programmierung und numerische Methoden					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind Studierende in der Lage eine Aufgabenstellung aus der numerischen Mathematik und Materialwissenschaft in eine komplexere Programmumgebung zu integrieren</li> <li>• können Studierende einfache eigene Programme entwerfen, implementieren, dokumentieren und testen</li> <li>• sind Studierende mit dem praktischen Umgang von Fehlersuchprogrammen vertraut, können mit Programm-Repositoryn umgehen und Daten graphisch darstellen und bewerten</li> <li>• können Studierende Programmierabläufe und -ergebnisse in Form eines schriftlichen Berichts dokumentieren</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elemente des Software-Engineering</li> <li>• Planung und Design eines numerischen Programms</li> <li>• Übersetzung einer wissenschaftlichen Aufgabenstellung in einen Algorithmus</li> <li>• Dokumentation und Fehlerbehandlung</li> <li>• Benutzung von numerischen Bibliotheken</li> <li>• Eigenständige Programmierung einer komplexen Aufgabenstellung</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Vorlesung (2 SWS), b) Praktikum (4 SWS), inkl. Computerübungen, Vortrag der Studierenden zu Programmieraufgaben und Präsentation der eigenen Programme Sprache: deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schriftlicher Bericht</li> <li>• Seminarvortrag</li> </ul>					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Positive Bewertung des Abschlussberichts</li> <li>• Erfolgreicher Seminarvortrag</li> <li>• Einreichung eines lauffähigen Programms, das eine gegebene Fragestellung numerisch löst</li> </ul>					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen): -					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>					
7 / 180					

**Sonstige Informationen**

Lernmaterialien werden den Studierenden überwiegend zur Verfügung gestellt.  
Sekundärliteratur wird angegeben. Alle von den Dozenten zur Verfügung gestellten  
Materialien werden den Studenten online zugänglich gemacht.

<b>(12) Material- und Festkörperphysik 1</b>					
<i>Materials- and Solid State Physics 1</i>					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
12	5 CP	150 h	3	1 Semester	Keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Vorlesung			3 SWS (45 h)	60 h	Jedes WiSe
b) Übungen			1 SWS (15 h)	30 h	
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr. Ralf Drautz					
<b>Teilnahmevoraussetzung:</b> Teilnahme an Mathematik 1 und 2 und an Grundlagen der Physik					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sind Studierende in der Lage grundlegende Eigenschaften von Festkörpern zu erläutern</li> <li>• können Studierende Kristallstrukturen charakterisieren und zwischen verschiedenen Bindungsverhältnissen in Kristallen differenzieren</li> <li>• verstehen Studierende die Grundlagen der elektronischen Struktur von Festkörpern</li> <li>• wissen Studierende um die wichtigsten atomaren Anregungen und Statistik in Festkörpern</li> <li>• können Studierende Oberflächen und Grenzflächen klassifizieren</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kristallographie</li> <li>• inkl. Beugung und reziprokem Raum</li> <li>• Bindungsverhältnisse in Kristallen</li> <li>• Elektronische Struktur</li> <li>• Atommodell/Orbitalmodell, Bändermodell</li> <li>• Teilchen im Kasten</li> <li>• Halbleiter: Bandlücke</li> <li>• Metalle: Fermifläche</li> <li>• Grundlegende Statistik <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fermi-Dirac Verteilung</li> <li>○ klassischer Limit</li> <li>○ Zustandssumme</li> <li>○ freie Energie</li> <li>○ Phasenstabilität</li> </ul> </li> <li>• Elastizität</li> <li>• Phononen</li> <li>• Gitterschwingungen</li> <li>• Thermische Eigenschaften, Debye Model</li> <li>• Oberflächen und Grenzflächen</li> <li>• Nichtkristalline Festkörper</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
Vorlesung (3 SWS), Übungen (1 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
Klausur / 120 Minuten					

<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur</li> <li>• Erreichen von mindestens 50% der Punkte in den Übungen</li> </ul>
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen): -
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5 / 180
<b>Sonstige Informationen</b> Literaturhinweise: C. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik (Oldenbourg Wissenschaftsverlag) N.W. Ashcroft, N.D. Mermin: Festkörperphysik (Oldenbourg Wissenschaftsverlag) G. Gottstein: Materialwissenschaft und Werkstofftechnik: Physikalische Grundlagen (Springer-Lehrbuch)

<b>(13) Material- und Festkörperphysik 2</b>					
<i>Materials- and Solid State Physics 2</i>					
<b>Modul-Nr.</b> 13	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 4	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> Keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Übungen			<b>Kontaktzeit</b> 3 SWS (45 h) 2 SWS (15 h)	<b>Selbststudium</b> <b>m</b> 60 h 30 h	<b>Turnus</b> Jedes SoSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr. Anna Grünebohm					
<b>Teilnahmevoraussetzung:</b> Teilnahme an Material- und Festkörperphysik I					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Studierende elektronische Anregungen und funktionale Eigenschaften von Festkörpern benennen, beschreiben und deren Relevanz für Anwendungen erläutern</li> <li>• sie verstehen die Zusammenhänge zwischen Zusammensetzung und Gitterfehlern mit funktionalen Eigenschaften von Festkörpern und können Materialsysteme entsprechend klassifizieren</li> <li>• sie können die Stabilitätskriterien für Mischkristalle anwenden und die Stabilität von strukturellen Phasen beurteilen.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gitterfehler in Festkörpern <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Punktdefekte</li> <li>○ Versetzungen</li> </ul> </li> <li>• Legierungen und Mischkristalle <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Hume-Rothery, Pauling, Goldschmidt, Pettiforregeln</li> <li>○ Phasendiagramme, Ordnungs-Unordnungsübergänge, spinodale Entmischung</li> </ul> </li> <li>• Transport in Festkörpern <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Diffusion und Ionenleitung</li> <li>○ Thermischer Transport</li> <li>○ Elektrischer Transport</li> </ul> </li> <li>• Funktionale Eigenschaften von Festkörpern <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Optische Eigenschaften und elektronische Anregungen</li> <li>○ Magnetismus und Supraleitung</li> <li>○ Dielektrizität, Ferroelektrizität</li> <li>○ Formgedächnisseffekt, Martensitische Übergänge</li> </ul> </li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> Vorlesung (3 SWS), Übungen (1 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur / 120 Minuten					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur</li> <li>• Erreichen von mindestens 50% der Punkte in den Übungen</li> </ul>					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen): -					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5 / 180					
<b>Sonstige Informationen</b> C. Kittel: Einführung in die Festkörperphysik (Oldenbourg Wissenschaftsverlag)					

N.W. Ashcroft, N.D. Mermin: Festkörperphysik (Oldenbourg Wissenschaftsverlag)  
G. Gottstein: Materialwissenschaft und Werkstofftechnik: Physikalische Grundlagen (Springer-Lehrbuch)

<b>(14) Materialinformatik</b>					
<i>Materials Informatics</i>					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
14	5 CP	150 h	5	1 Semester	Keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Vorlesung			2 SWS (30 h)	<b>m</b>	Jedes WiSe
b) Übungen			2 SWS (30 h)	45 h 45 h	
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr. Markus Stricker (Modulbeauftragter, hauptamtlich Lehrender)					
Dr. habil. Thomas Hammerschmidt (hauptamtlich Lehrender)					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
Teilnahme am Modul Fortgeschrittene Programmiermethoden					
Empfohlen: Grundkenntnisse der Programmierung in Python					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• können Studierende die Bedeutung informationstechnischer Methoden, insbesondere aus dem Bereich „Soft Computing“, im Kontext der Materialwissenschaft erklären</li> <li>• können Studierende „Soft Computing“ Methoden für ein gegebenes materialwissenschaftliches Problem auswählen und anwenden</li> <li>• verfügen die Studierenden über programmiertechnische Kenntnisse, um mit diesen Methoden Daten aus Simulationen und Experimenten in der Materialwissenschaft zu analysieren und darzustellen</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Daten <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Datensätze: Formate, Einschätzung, Erstellung</li> <li>○ Grundsätze der Datennutzung: FAIR – Findable, Accessible, Interoperable, Reusable</li> <li>○ Open Data: Urheberrecht, Bereitstellung, Verwendung</li> <li>○ Metadaten: deskriptiv, strukturell, administrativ, Referenzen,</li> <li>○ Big Data „Four V's“: Volume (Skala), Variety (Formen), Velocity (Live-Analyse erzeugter Daten), Veracity (Unsicherheit)</li> </ul> </li> <li>• Deskriptoren und Repräsentation: Dimensionen von Daten</li> <li>• „Soft Computing“ Modelle: approximative Lösungsverfahren in der Informatik <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Neuronale Netze</li> <li>○ Probabilistische Logik</li> <li>○ Fuzzylogik</li> <li>○ Principal Component Analysis</li> <li>○ Klassifizierung</li> <li>○ Statistische Inferenz</li> </ul> </li> <li>• Interpretation und Visualisierung</li> <li>• Materialwissenschaftliche Anwendungen</li> <li>•</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
Vorlesung (2 SWS), Computerübungen (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
Klausur / 120 min					

<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur</li> <li>• Erreichen von mindestens 50% der Punkte in den Übungen</li> <li>• Lösung eines Programmierproblems</li> </ul>
<p><b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)</p> <p>keine</p>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote</b></p> <p>5 / 180</p>
<p><b>Sonstige Informationen</b></p> <p><b>Empfohlene Literatur:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Soft Computing (2006), Lippe, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg</li> <li>2) Aktuelle wissenschaftliche Literatur, z.B.:</li> <li>3) Rajan, K., Materials Informatics: The Materials „Gene“ and Big Data, Annual Review of Materials Research, 2015, 45, 153</li> <li>4) Prakash, A. &amp; Sandfeld, S., Chances and Challenges in Fusing Data Science with Materials Science, Practical Metallography, Hanser Verlag, 2018, 55, 493</li> <li>5) Ward, L. &amp; Wolverson C., Atomistic Calculations and Materials Informatics: A review, Current Opinion in Solid State and Materials Science, 2017, 21, 167</li> <li>6) Ramakrishna et al., Materials Informatics, Journal of Intelligent Manufacturing, 2019, 30, 2307</li> </ol>

<b>(15) Mechanik A</b>					
Mechanics A					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
15	9 CP	270 h	3	1 Semester	Keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Vorlesung			4 SWS (60 h)	75 h	Jedes WiSe
b) Übungen			3 SWS (45 h)	90 h	
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani, Prof. Dr. rer. nat. Klaus Hackl					
<b>Teilnahmevoraussetzung</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>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inhalte</li> <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>					
Vorlesung (3 SWS), Übung (4 SWS) / deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
• Klausur / 120 Minuten					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
• Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)					
entspricht Modul Mechanik A im BSc MB					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>					
5 / 180					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>(16) 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>
16	5 CP	150 h	3	1 Semester	Keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Vorlesung mit Übung			4 SWS (60 h)	90 h	Jedes WiSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Roland Span					
<b>Teilnahmevoraussetzung</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>					
<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.</li> <li>• 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</li> <li>• Anwendungen</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) / deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
• Klausur / 120 Minuten					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b>					
entspricht Modul Grundlagen der Thermodynamik im BSc MB:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• BSc. Maschinenbau,</li> <li>• BSc. Sales Engineering and Product Management,</li> <li>• BSc. Umweltingenieurwesen</li> </ul>					

<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5 / 180
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>(17) 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>
17	5 CP	150 h	4	1 Semester	Keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltungen</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Grundlagen der Messtechnik b) Messtechnisches Laborpraktikum			a) 2 SWS (30 h) b) 2 SWS (30 h)	a) 45 h b) 45h	a) Jedes SoSe b) Jedes SoSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr.-Ing. Andreas Ostendorf a) Prof. Dr.-Ing. Cemal Esen b) Prof. Dr.-Ing. Cemal Esen					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
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>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Messtechnik Messmethoden und Messgrößenaufnehmer Fertigungsmesstechnik (Länge, Abstand, Rauheit, Kraft), Prozessmesstechnik (Temperatur, Druck, Feuchte, Durchfluss, Geschwindigkeit, Füllstand), Analysemesstechnik (Konzentration).</li> <li>• Statistik und Messdatenauswertung</li> <li>• Bestimmung von Messunsicherheiten und deren Fortpflanzung</li> <li>• Statisches und dynamisches Verhalten von Messgeräten</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Übung (1 SWS) / Vorlesung (1 SWS) / deutsch b) Praktikum / deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klausur 'Grundlagen der Messtechnik' (90 Min., Anteil der Modulnote 100 %)</li> <li>• Laborpraktika (Optional: Werden die Laborpraktika vor der Modulabschlussprüfung erfolgreich absolviert, sind Bonuspunkte für die Klausur möglich)</li> </ul>					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur</li> <li>• Erfolgreich abgeschlossenes Praktikum</li> </ul>					

<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) entspricht Modul Grundlagen der Messtechnik im BSc MB: <ul style="list-style-type: none"><li>• BSc. Maschinenbau,</li><li>• BSc. Sales Engineering and Product Management,</li><li>• BSc. Umweltingenieurwesen</li></ul>
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5 / 180
<b>Sonstige Informationen</b>

## **Vertiefungsrichtung Modellierung und Simulation**

.....

<b>(18C) Computational Materials Science 1: Anwendungen und Software</b>					
<i>Computational Materials Science 1: Applications and Software</i>					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
18C	5 CP	150 h	4	1 Semester	Keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Vorlesung			2 SWS (30 h)	<b>m</b>	Jedes SoSe
b) Übungen			2 SWS (30 h)	45 h 45 h	
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr. Markus Stricker (Modulbeauftragter), alle Dozenten des ICAMS					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
keine					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• beherrschen Studierende verschiedene kommerzielle Softwarepakete zur Materialsimulation entsprechend deren Anwendungsspektrums</li> <li>• verstehen Studierende die Grundzüge der methodischen Grundlagen und können diese wiedergeben</li> <li>• sind Studierende in der Lage für ein gegebenes materialwissenschaftliches Problem ein Softwarepaket auszuwählen und den Simulationsvorgang zu schildern (Input, Output, Grenzen der Anwendung, Beurteilung des Ergebnisses).</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
Im Rahmen der Vorlesung werden Studierende von verschiedenen Lehrenden in jeweils mehreren Terminen in folgende Software eingeführt. Pro Softwarepaket erfolgt ein Einführungsvortrag mit methodischem Hintergrund und Anwendungsbeispielen, gefolgt von betreuten Übungen am Computer:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• VASP (Vienna Ab Initio Simulation Package) – Simulation elektronischer Strukturen und Quantenmolekulardynamik aus „first principles“</li> <li>• LAMMPS (Large-scale Atomic/Molecular Massively Parallel Simulator) – Molekulardynamik und -statik von Festkörpern (Metalle, Halbleiter), weicher Materie (biologische Moleküle, Polymere), ...</li> <li>• ABAQUS – Finite Elemente Analyse nichtlinearer Probleme und lineare Dynamikanalysen</li> <li>• MathCalc – Simulation von Phasentransformation und Mikrostrukturentwicklung in metallischen Systemen (Mean-Field Approximation)</li> <li>• OpenPhase – Mikrostruktursimulationsuite für metallische Materialien: Erstarrung, Tempern, Mechanisches Testen (Full-Field Simulation)</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
Vorlesungen (2 SWS), Computerübungen (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
Mündliche Abschlussprüfung (30 min)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
Bestehen der Modulabschlussprüfung: mündlichen Prüfung					
<b>Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)</b>					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>					
5 / 180					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>(19C) Computational Materials Science II: Einführung in die Kontinuuumsmethoden</b>					
<i>Computational Materials Science 2: Introduction to Continuum Methods</i>					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
19C	5 CP	150 h	5	1 Semester	keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Übungen			<b>Kontaktzeit</b> 3 SWS (30 h) 1 SWS (15 h)	<b>Selbststudium</b> m 45 h 45 h	<b>Turnus</b> Jedes WiSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr. Alexander Hartmaier					
<b>Teilnahmevoraussetzung:</b> keine					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Studierende die wichtigsten Kontinuuumsmethoden zur Simulation von Materialverhalten.</li> <li>• verstehen Studierende den Zusammenhang zwischen physikalischen Erhaltungsgleichungen und der Simulation des Materialverhaltens</li> <li>• können Studierende einfache Modelle zur Beschreibung von Materialverhalten mathematisch formulieren und geeignete Methoden zur numerischen Lösung auswählen</li> <li>• können Studierende beispielhafte Probleme zur Beschreibung des Materialverhaltens mit Kontinuuumsmethoden analytisch oder numerisch lösen</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung mathematischer Grundbegriffe, wie Felder, Vektoren, Tensoren</li> <li>• Mathematische Beschreibung stofflicher Systeme auf Basis von Erhaltungssätzen, wie Impuls- und Masseerhaltung</li> <li>• Ableitung partieller Differentialgleichungen (PDG) aus Erhaltungssätzen: Diffusionsgleichung, Navier-Stokes-Gleichung, Lamé-Navier-Gleichung</li> <li>• Interpretation der PDG als Anfangs-Randwertprobleme (ARP), Unterschiede zu gewöhnlichen Differentialgleichungen</li> <li>• Ansätze zur analytischen Lösung einfacher ARP (Diffusionsgleichung)</li> <li>• Numerische Methoden zur Lösung von allgemeinen ARP <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Finite-Differenzen-Methode</li> <li>○ Finite-Volumen-Methode</li> <li>○ Finite-Elemente-Methode</li> <li>○ Spektrallöser</li> </ul> </li> <li>• Anwendungsbeispiele <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Strömungsmechanik</li> <li>○ Mechanisches Gleichgewicht im elastischen Festkörper</li> <li>○ Schwingungen und Schallwellen</li> <li>○ Diffusion</li> <li>○ Phasenfeldmethode</li> </ul> </li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS), Gruppenseminarvortrag durch Studierende / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur / 150 Minuten					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur</li> </ul>					

<ul style="list-style-type: none"><li>• Erreichen von mindestens 50% der Punkte in den Übungen</li><li>• Abhalten eines Gruppenseminarvortrags</li></ul>
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) --
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 5/180
<b>Sonstige Informationen</b> Literatur und weitere Unterlagen zur Vorlesung werden den Studierenden zur Verfügung gestellt.

<b>(20C) Computational Materials Science 3: Einführung in die atomistischen Methoden</b>					
<i>Computational Materials Science 3: Introduction to Atomistic Methods</i>					
<b>Modul-Nr.</b> 20C	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 6	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Übungen			<b>Kontaktzeit</b> 3 SWS (45 h) 1 SWS (15 h)	<b>Selbststudium</b> <b>m</b> 60 h 30 h	<b>Turnus</b> Jedes SoSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Dr. habil. Thomas Hammerschmidt					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b> Material- und Festkörperphysik I					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• wissen Studierende um die atomistische Repräsentation der Struktur von Materialien</li> <li>• können Studierende die wichtigsten atomistischen Methoden zur Beschreibung der interatomaren Wechselwirkungen klassifizieren</li> <li>• erkennen Studierende den Zusammenhang zwischen interatomaren Wechselwirkungen und Materialeigenschaften</li> <li>• können Studierende verschiedene atomistische Simulationsmethoden vergleichen</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bindungstypen im Periodensystem der Elemente</li> <li>• atomistische Modellierung von interatomaren Wechselwirkungen</li> <li>• atomistische Entsprechung der Aggregatzustände</li> <li>• Simulation von Festkörpern auf atomarer Skala</li> <li>• Zustandsgleichungen für Festkörper</li> <li>• atomistische Simulation von Phasenstabilität und Diffusion</li> <li>• dynamische Simulationen mit Molekulardynamik</li> <li>• statistische Simulationen mit Monte-Carlo Methoden</li> <li>• zeitabhängige Simulationen mit kinetischen Monte-Carlo Methoden</li> <li>• atomistische Berechnung thermodynamischer Zustandsgrößen</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Vorlesung (3 SWS), b) Übungen (1 SWS) / deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur / 150 Minuten					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) keine					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5 / 180					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>(21C) Seminar in Materials Modeling (engl.)</b>					
<i>Seminar Materials Modeling</i>					
<b>Modul-Nr.</b> 21C	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 6	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Seminar			<b>Kontaktzeit</b> 3 SWS (45 h)	<b>Selbststudium</b> 105 h	<b>Turnus</b> Jedes SoSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> PD Dr. habil. Rebecca Janisch					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b> keine					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls können Studierende: <ul style="list-style-type: none"> <li>• sich selbständig mit Hilfe von Literatur in Anwendungsbeispiele aus der Materialsimulation einarbeiten</li> <li>• die Beispiele und ihre zugrundeliegenden Methoden in einer Präsentation in englischer Sprache aufarbeiten und präsentieren</li> <li>• die Inhalte der Präsentation mit Mitstudierenden diskutieren</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in Tools und Strategien zur Literaturrecherche über aktuelle Themen der Materialwissenschaft</li> <li>• Selbstständiges Erarbeiten englischsprachiger Fachliteratur</li> <li>• Evaluation und Diskussion numerischer Methoden in Bezug auf ausgewählte materialwissenschaftliche Anwendungen</li> <li>• Wissenschaftlicher Vortrag</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> Einführungsvorlesung, begleitetes Selbststudium der Literatur, Seminarvorträge Sprache: Englisch					
<b>Prüfungsformen</b> Schriftlicher Bericht über die Literaturstudie					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Erfolgreiche Anfertigung des schriftlichen Berichts und Abhalten eines mündlichen Vortrags					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5 / 180					
<b>Sonstige Informationen:</b> Literatur wird in der Vorlesung zur Verfügung gestellt.					

<b>(PM1C) Modellierung von Diffusionsprozessen in Werkstoffen</b>					
<i>Modelling of Diffusion Processes in Materials</i>					
<b>Modul-Nr.</b> PM1C	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 5	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Übungen			<b>Kontaktzeit</b> 2 SWS (30 h) 2 SWS (30 h)	<b>Selbststudium</b> <b>m</b> 30 h 60 h	<b>Turnus</b> Jedes WiSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Dr. Julia Kundin					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Studierende die mathematischen Modelle der Diffusion</li> <li>• können Studierende numerische Methoden einsetzen, um Diffusionsprozesse in Metallen und Keramiken zu beschreiben</li> <li>• verstehen Studierende die physikalischen Zusammenhänge und können entsprechend eines Anforderungsprofils ein geeignetes Modell zur Problemlösung auswählen</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einführungsveranstaltung</li> <li>2. Grundlagen Diffusionsmechanismen</li> <li>3. Arten der Diffusion</li> <li>4. Brownsche Bewegung, Random Walk</li> <li>5. Mathematische Grundlagen Diffusionsgleichung</li> <li>6. Numerische Methoden für Diffusionsgleichung</li> <li>7. Arrhenius-Gleichung und Diffusionskoeffizienten (Diffusivität)</li> <li>8. Diffusion als eine Kopplung Mobilität und Thermodynamik</li> <li>9. Wärmebehandlung</li> <li>10. Experimente für Tracer-diffusion</li> <li>11. Experimente für Bestimmung der Interdiffusionskoeffizienten</li> <li>12. Mehrkomponenten-Diffusion</li> <li>13. Bestimmung von Mobilitätskoeffizienten</li> <li>14. Anwendung in DICTRA</li> <li>15. Allgemeine Anwendung in der Technik</li> </ol>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Vorlesung (2 SWS), b) Übung (2 SWS), E-Learning-Modul / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> Abschlussbericht					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Positiv bewerteter Abschlussbericht					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen): -					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5 / 180					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>(PM2C) Oberflächen und Grenzflächen: Modelle, Prozesse, Eigenschaften</b>					
<i>Surfaces and Interfaces: Models, Processes, Properties</i>					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
PM2C	5 CP	150 h	5	1 Semester	Keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Vorlesung			2 SWS (30 h)	<b>m</b>	Jedes WiSe
b) Übungen			2 SWS (30 h)	30 h 60 h	
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
PD habil. Dr. Rebecca Janisch					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• können die Studierenden einfache Strukturmodelle von Grenzflächen am Computer erstellen.</li> <li>• wissen die Studierenden, wie man Oberflächen und Grenzflächen mit Hilfe eines einfachen Nächste-Nachbar-Bindungen-Modells beschreiben kann und sie können anhand dieses Modells Grenzflächeneigenschaften vorhersagen, bzw. erklären. Sie verstehen die Beschränkungen und Einsatzmöglichkeiten des Modells.</li> <li>• sind die Studierenden in der Lage, verschiedene Beschreibungsebenen von Grenzflächen (atomistisch, kontinuierlich) und ihre Anwendungsbereiche zu erläutern.</li> </ul>					
kennen die Studierenden die Zusammenhänge zwischen Grenzflächenprozessen auf der atomistischen Längenskala und makroskopischen, d.h. messbaren, Materialeigenschaften					
<b>Inhalte</b>					
Atomistische Struktur und Eigenschaften von Oberflächen und Grenzflächen (fest-flüssig / fest-fest) werden anhand eines harte-Kugeln/Nächste-Nachbar-Bindungen-Modells beschrieben und analysiert, und mit den Vorhersagen atomistischer Simulationen verglichen. Die atomistische Perspektive wird einer thermodynamischen und kinetischen, d.h. kontinuierlichen, Beschreibung gegenübergestellt. Auf diese Weise wird ein einfaches physikalisches Verständnis von Grenzflächeneigenschaften auf der atomistischen Längenskala und deren Beziehungen zu makroskopischen Beschreibungen und Beobachtungen hergestellt. Im Einzelnen umfasst die Vorlesung folgende Themen:					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• atomistische Struktur und Kristallographie von Grenzflächen</li> <li>• Eigenschaftsvorhersagen mit einem Nächste-Nachbar-Bindungsmodell</li> <li>• Kontinuumsbeschreibungen von Grenzflächeneigenschaften</li> <li>• Stabilität und Anisotropie von Grenzflächen</li> <li>• Grenzflächenwachstum, Adsorption und Segregation</li> <li>• Atomistische Modellierung von Grenzflächen</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Vorlesung (2 SWS), b) Übung (2 SWS) / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
Mündliche Prüfung (30 Min)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung</li> <li>• Erreichen von mindestens 50% der Punkte in den Übungen</li> </ul>					

<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5 / 180
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>(PM3C) Einführung in die Calphad-Methode</b>					
<i>Introduction into the Calphad Method</i>					
<b>Modul-Nr.</b> PM3C	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 5	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Übungen			<b>Kontaktzeit</b> 2 SWS (30 h) 2 SWS (30 h)	<b>Selbststudium</b> <b>m</b> 30 h 60 h	<b>Turnus</b> Jedes WiSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr. Fathollah Varnik					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b> keine					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> By successful completion, the student will <ul style="list-style-type: none"> <li>• be familiar with basic concepts of materials thermodynamics</li> <li>• understand phase equilibrium and the ways to shift it in favor of the one or the other phase</li> <li>• be able to access thermodynamic data bases (TDBs) and use them to construct Gibbs free energy models</li> <li>• have experience in using CALPHAD-tools (e.g. THERMOCALC) to access TBDs from within a simulation software such as OpenPhase</li> <li>• transfer the acquired knowledge to solve simple new problems in materials thermodynamics</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phase equilibrium</li> <li>• Phase transformation and the fundamental role of thermodynamic functions such as Gibbs free energy for modelling materials properties</li> <li>• Usage of CALPHAD tools (e.g., THERMOCALC) in specific applications such as phase field simulations of microstructure evolution</li> <li>• Practical examples to demonstrate the methodology to solve simple problems in materials thermodynamics.</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Vorlesung (2 SWS), b) Übung (2 SWS) / Englisch					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur / 150 min					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur</li> <li>• Erreichen von mindestens 50% der Punkte in den Übungen</li> </ul>					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen):-					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/180					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>(PM4C) Data science with Python</b>					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
PM4C	5 CP	150 h	6	1 Semester	Keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Vorlesung			2 SWS (30 h)	30 h	Jedes SoSe
b) Übungen			2 SWS (30 h)	60 h	
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr. Ralf Drautz Dr. Yury Lysogorskiy					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
Teilnahme an Materialinformatik, Fortgeschrittene Programmiermethoden					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
After successful completion of the course, the students are able					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• to use standard Python libraries for data manipulation</li> <li>• to access data in databases and to preprocess the data</li> <li>• to train and to validate machine learning models</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Python for data science: data manipulation and preprocessing <ul style="list-style-type: none"> <li>○ General tools and libraries</li> <li>○ Accessing data sources</li> <li>○ Structured query language (SQL)</li> <li>○ Tools for materials informatics</li> </ul> </li> <li>• Machine learning methods, overview and application: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Supervised learning (ex. mechanical properties of materials, experimental measurements classification, atomic configurations recognition)</li> <li>○ Unsupervised learning (dimensionality reduction and clustering of complex datasets)</li> <li>○ Active learning and Bayesian optimization</li> <li>○ Overview of standard libraries and tools: numpy, scikit-learn, TensorFlow, Keras, hyperopt</li> </ul> </li> <li>• Deep learning, neural networks, image recognition</li> <li>• Application of data science tool to materials science datasets</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Vorlesung (2 SWS), b) Computerübungen (2 SWS) / English					
<b>Prüfungsformen</b>					
Abschlussbericht					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
Positiv bewerteter Abschlussbericht					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen): -					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>					
5 / 180					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>(PM5C) Berechnung von Materialeigenschaften auf der atomaren Skala</b>					
<i>Computation of Material Properties on the Atomic Scale</i>					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
PM5C	5 CP	150 h	6	1 Semester	Keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Vorlesung			2 SWS (30 h)	30 h	Jedes SoSe
b) Übungen			2 SWS (30 h)	60 h	
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b>					
Prof. Dr. Ralf Drautz, Dr. Matous Mrovec					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b>					
Teilnahme an an Material-/Festkörperphysik I und II Empfohlen: Programmierkenntnisse					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b>					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kennen Studierende die wichtigsten statischen Methoden zur Berechnung von Materialeigenschaften</li> <li>• können Studierende die wichtigsten dynamischen Methoden zur Berechnung von Materialeigenschaften beschreiben</li> <li>• verstehen Studierende den Zusammenhang zwischen experimentell messbaren Materialeigenschaften und deren Berechnung auf atomarer Skala</li> </ul>					
<b>Inhalte</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung der atomaren Struktur von Festkörpern (Gitterkonstante, innere Freiheitsgrade), Algorithmen zur Strukturoptimierung</li> <li>• Berechnung der Bildungsenthalpie und Bestimmung der strukturellen Stabilität in Mehrkomponentensystemen</li> <li>• Vorhersage von Defekten (Punktdefekte, Grenzflächen)</li> <li>• Atomistische Berechnung der elastischen Konstanten</li> <li>• Berechnung der spezifischen Wärme</li> <li>• Simulationsverfahren zur Bestimmung der Schmelztemperatur</li> <li>• Berechnung von Diffusioneigenschaften aus atomistischen Simulationen</li> <li>• Grundlagen der Berechnung funktionaler Eigenschaften (Halbleiter, Magnetismus, Thermoelektrika, Supraleiter)</li> <li>• Dichtefunktionaltheorie, interatomare Potentiale</li> <li>• Software für die atomistische Simulation (Python, ASE, VASP, LAMMPS, und weitere)</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b>					
a) Vorlesung (2 SWS), b) Computerübungen (2 SWS) / deutsch					
<b>Prüfungsformen</b>					
Klausur / 150 Minuten					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b>					
Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen): -					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>					
5 / 180					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>(PM6C) Computational Mechanics of Materials</b>					
<b>Modul-Nr.</b>	<b>Credits</b>	<b>Workload</b>	<b>Semester</b>	<b>Dauer</b>	<b>Gruppengröße</b>
PM6C	5 CP	150 h	6	1 Semester	Keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Übungen			<b>Kontaktzeit</b> 2 SWS (30 h) 2 SWS (30 h)	<b>Selbststudium</b> <b>m</b> 30 h 60 h	<b>Turnus</b> Jedes SoSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr. Alexander Hartmaier					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b> Teilnahme an Modul CMS III: Kontinuuumsmethoden					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> After the successful completion of the module, students <ul style="list-style-type: none"> <li>• Know the most important phenomenological models for mechanical behavior of materials</li> <li>• Understand the differences between elastic and plastic behavior and how each type of behavior can be described with the finite element model</li> <li>• Can use numerical finite element analysis to solve simple problems in mechanics of materials</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Introduction to mechanical material properties and basic concepts of solid mechanics</li> <li>• Introduction into the Finite Element Analysis (FEA)</li> <li>• Definition of elastic and plastic material behavior</li> <li>• Description of mechanical behavior in form of constitutive relations for stress and strain</li> <li>• Constitutive relations for elasticity and visco-elasticity</li> <li>• Constitutive relations for plasticity and visco-plasticity</li> <li>• Basic models for fracture and creep</li> <li>• Elastic and plastic behavior of single crystals</li> <li>• Mechanical behavior of polycrystals</li> <li>• Modeling of hardening mechanisms</li> <li>• Numerical examples with Python-based and commercial tools for FEA of elastic and plastic material behavior</li> <li>• Introduction to micromechanical modeling</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Vorlesung (2 SWS), b) Computerübungen (2 SWS) / Englisch					
<b>Prüfungsformen</b> Mündliche Prüfung (30 Minuten)					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung</li> <li>• Erreichen von mindestens 50% der Punkte in den Übungen</li> </ul>					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen): -					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/180					
<b>Sonstige Informationen</b> Literatur und Vorlesungsunterlagen werden bereitgestellt.					

# **Vertiefungsrichtung, Experimentelle Materialwissenschaft**

.....

<b>(18E) Werkstoffwissenschaft</b>					
<i>Materials Science</i>					
<b>Modul-Nr.</b> 18E 136330	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 4	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> 60 Studierende
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Übung			<b>Kontaktzeit</b> 3 SWS (45h) 1 SWS (15h)	<b>Selbststudium</b> 45 h 45 h	<b>Turnus</b> Jedes SoSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> 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> 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>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Vorlesung (3 SWS), b) Übung (1 SWS)/ deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur / 180 Minuten					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					

<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/180 CP
<b>Sonstige Informationen</b> Ein Skriptum zur Vorlesung ist vorhanden

<b>(19E) Modul Werkstofftechnik</b>					
<i>Materials Engineering</i>					
<b>Modul-Nr.</b> <b>19E</b>	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 5	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> 40 Studierende
<b>Lehrveranstaltung(en)</b>			<b>Kontaktzeit</b>	<b>Selbststudium</b>	<b>Turnus</b>
a) Vorlesung			2 SWS (30h)	a) 30 h	Jedes WiSe
b) Übung			1 SWS (15h)	b) 30 h	Jedes WiSe
c) Praktikum			1 SWS (15h)	c) 30 h	Jedes WiSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b>					
Prof. Dr.-Ing. Sebastian Weber					
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b>					
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>					
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.					
a) 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> <li>• Vorstellung und Diskussion der Fertigung von Werkstoffen auf Aluminiumbasis mit Beispielen zu Knet- und Gusslegierungen sowie Ansätzen zur Prozesskettenoptimierung.</li> <li>• Besprechung ausgewählter Stahlgruppen für spezielle Beanspruchungen und Anforderungen: Bezeichnung, chemische Zusammensetzung, Fertigungsrouten, Energie- und Ressourcenbedarfe, Gefüge und Eigenschaften</li> <li>• Anwendungsbeispiele aus dem Maschinenbau einschließlich bereits etablierter und potentieller Ansätze für eine zirkuläre Wertschöpfung.</li> </ul>					

<p>b) Übung Im Rahmen der Übung werden ausgewählte Inhalte der Vorlesung weiter vertieft, bspw. durch Berechnungen zur Auslegung von Wärmebehandlungsprozessen oder von ZTU-Diagrammen. Vereinfachte <i>life cycle assessments</i> werden im Rahmen der Übung anhand vordefinierter Beispiele berechnet und diskutiert. Zudem werden im Rahmen der Übungen Konzepte für eine systematische Werkstoffauswahl vertieft.</p> <p>c) 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.</p>
<p><b>Lehrformen / Sprache</b> a) Vorlesung (2 SWS), b) Übungen (1 SWS), c) Gruppenarbeit im Praktikum (1 SWS) Sprache: Deutsch</p>
<p><b>Prüfungsformen</b> Klausur / 180 Minuten</p>
<p><b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur</li> <li>• Erstellung eines Laborberichts zum Praktikum (Studienleistung)</li> </ul>
<p><b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen): Entspricht Modul 137480 in BSc MB</p>
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/180 CP</p>
<p><b>Sonstige Informationen</b> Die folgende Literatur wird für das Eigenstudium und zur Vertiefung der Lehrinhalte empfohlen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Theisen/Berns, Eisenwerkstoffe, Springer-Verlag (digital verfügbar)</li> <li>• Ostermann, Anwendungstechnologie Aluminium, Springer-Verlag (digital verfügbar)</li> <li>• Ashby, Materials and Sustainable Development, Butterworth-Heinemann-Verlag</li> </ul>

<b>(20E) Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Mikrosystemtechnik</b>					
<i>Materials and fabrication methods in microsystem technology</i>					
<b>Modul-Nr.</b> 20E 136660	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 5	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> --
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Übung			<b>Kontaktzeit</b> 3 SWS (45h) 1 SWS (15h)	<b>Selbststudium</b> 45 h 45 h	<b>Turnus</b> Jedes WiSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig Lehrende: 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 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> 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> <li>• Reinraumtechnologie</li> <li>• Photolithographie</li> <li>• Dünnschichttechnologie (additiv, subtraktiv)</li> <li>• Mikroelektronische Werkstoffe in Mikrosystemen</li> <li>• Strukturwerkstoffe der Mikrosystemtechnik</li> <li>• Silizium und seine Verbindungen</li> <li>• Siliziumätztechnik</li> <li>• Funktionswerkstoffe der Mikrosystemtechnik</li> </ul>					

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dreidimensionale Mikrostrukturierungsverfahren</li> <li>• Charakterisierungsverfahren für Mikrosysteme</li> <li>• Systemintegration, Aufbau- und Verbindungstechnik</li> </ul>
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) Vorlesung (3 SWS), b) Übung (1SWS) / deutsch
<b>Prüfungsformen</b> Klausur / 180 Minuten
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/180 CP
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>(21E) Modul Werkstoffeigenschaften</b>					
<i>Material Characteristics</i>					
<b>Modul-Nr./-</b> 21E 135245	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 5	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> --
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Übung			<b>Kontaktzeit</b> 3 SWS (45h) 1 SWS (15h)	<b>Selbststudium</b> 45 h 45 h	<b>Turnus</b> Jedes WS
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler Lehrende: Dr. rer. nat. K. 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> 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) Vorlesung (3 SWS), b) Übung (1 SWS) / deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur / 150 Minuten					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)					

<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b>
5/180 CP
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>(PM1E) Laseranwendungen in der Materialforschung und Mikrotechnik</b>					
<i>Laser applications in materials research and microengineering</i>					
<b>Modul-Nr.</b> PM1E 137650	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 5	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b>
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Übung			<b>Kontaktzeit</b> 3 SWS (45h) 1 SWS (15h)	<b>Selbststudium</b> <b>m</b> 60 h 45 h	<b>Turnus</b> Jedes WiSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Ostendorf / Prof. Dr.-Ing. Cemal Esen					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b> 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 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> <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 (3 SWS), b) Übung (1 SWS) / deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> Mündliche Prüfung / 30 Minuten					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/180 CP					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>(PM2E) Modul Leichtmetalle und Verbundwerkstoffe</b>					
<i>Light Metals and Composite Materials</i>					
<b>Modul-Nr.</b> PM2E 136340	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 6	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> 10 Studierende (ca.)
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• a) Vorlesung Leichtmetalle</li> <li>• b) Vorlesung Verbundwerkstoffe</li> </ul>			<b>Kontaktzeit</b> 2 SWS (30 h) 2 SWS (30 h)	<b>Selbststudium</b> 45 h 45 h	<b>Turnus</b> Jedes SoSe Jedes SoSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Alexander Hartmaier Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Birgit Skrotzki, 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) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vermittlung von werkstoffwissenschaftlichen Grundlagen der Leichtmetalle Aluminium, Magnesium, Titan und ihrer Legierungen (Herstellung und Verarbeitung, mikrostruktureller Aufbau, mechanische Eigenschaften, Widerstand gegen Korrosion, Verbindungstechniken)</li> <li>- Erläuterung von Strategien der Legierungsentwicklung (naturharte bzw. aushärtbare Legierungen)</li> <li>- Vorstellung prominente Legierungsvertreter (wie etwa Al 7075 und TiAl6V4) und ihre typischen Einsatzgebiete wie z. B. in der Luftfahrt oder im Verkehrswesen</li> </ul> b) <ul style="list-style-type: none"> <li>- Einführung in das Konzept der Verbundwerkstoffe durch Kombination von Eigenschaften verschiedenartiger Werkstoffe (meist: duktile Matrix und hochfeste, spröde Hartphase) zum Einstellen maßgeschneiderter Werkstoffeigenschaften</li> <li>- Besprechung der räumlichen Anordnung der Komponenten des Verbundwerkstoffs und deren chemische, mikrostrukturelle und mikromechanische Wechselwirkungen</li> <li>- Ableitung der Eigenschaften von Verbundwerkstoffen mit Blick auf Herstellung und Einsatzgebiete (insbesondere im Leichtbau für die Luft- und Raumfahrt)</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> a) und b) Vorlesung (4 SWS), zusätzlichen Hörsaalübungen, Gruppenseminar / Deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur / 120 Minuten					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen): -					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/180 CP					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>(PM3E) Modul Elektronenmikroskopie und Röntgenbeugung</b>					
<i>Electron Microscopy and X-Ray Diffraction</i>					
<b>Modul-Nr.</b> PM3E 136375	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 6	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> 30 Studierende
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Übung			<b>Kontaktzeit</b> 3 SWS (45h) 1 SWS (15h)	<b>Selbststudium</b> 45 h 45 h	<b>Turnus</b> Jedes SoSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler Lehrende: Dr. rer. nat. C. Somsen					
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> keine					
<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> 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> Vorlesung mit Übung / deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur / 150 Minuten					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)					

**Stellenwert der Note für die Endnote**

5/180 CP

**Sonstige Informationen**

Ein Skriptum zur Vorlesung ist vorhanden

<b>(PM4E) Modul Polymere Werkstoffe und Formgedächtnislegierungen</b>					
<i>Polymers &amp; Shape Memory Alloys</i>					
<b>Modul-Nr.</b> PM4E 136240	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 6	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> 30 Studierende
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung Polymere Werkstoffe b) Vorlesung Formgedächtnislegierungen			<b>Kontaktzeit</b> 2 SWS (30h) 2 SWS (30h)	<b>Selbststudium</b> a) 45 h b) 45 h	<b>Turnus</b> Jedes SoSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler Lehrende: Dr. rer. nat. K. Neuking, Dr.-Ing. Burkhard Maaß					
<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>• Umwandlungsverhalten 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) Im Modulteil „Polymere Werkstoffe“ 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> <li>• Einige prominente Vertreter der polymeren Werkstoffe werden vorgestellt (unter anderem PE, PP, PS, PMMA)</li> <li>• Umweltproblem (Mikroplastik)</li> </ul> b) In zweiten 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>Lehrformen / Sprache</b> a) und b) Vorlesung (4 SWS) / deutsch					

<b>Prüfungsformen</b> Klausur / 150 Minuten
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/180 CP
<b>Sonstige Informationen</b>

<b>(PM5E) Materials Processing: Beschichtungstechnik und Pulvermetallurgie</b>					
<i>Materials Processing: Coating Technology and Powder Metallurgy</i>					
<b>Modul-Nr.</b> PM5E 135511	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 5	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> 20 Studierende
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung Beschichtungstechnik b) Vorlesung Pulvermetallurgie			<b>Kontaktzeit</b> 2 SWS (30h) 2 SWS (30h)	<b>Selbststudium</b> 45 h 45 h	<b>Turnus</b> Jedes WiSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Sebastian Weber Lehrende: Prof. Dr. Robert Vaßen, 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>					
<b>a) Beschichtungstechnik</b> 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>b) Pulvermetallurgie</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) und b) Vorlesung als Blockkurs (4 SWS), Laborvorführungen, Exkursion zu einem pulvermetallurgischen Industriebetrieb  
Sprache: deutsch

**Prüfungsformen**

Klausur / 150 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls** (in anderen Studiengängen)

**Stellenwert der Note für die Endnote**

5/180 CP

**Sonstige Informationen**

<b>(PM6E) Modul Werkzeugtechnologie 1 + 2</b>					
<i>Tooling</i>					
<b>Modul-Nr.</b> PM6E 135178 138287	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 5	<b>Dauer</b> 2 Semester	<b>Gruppengröße</b> Max. 20 Studierende
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) VL Werkstofftechnologie 1 b) VL Werkstofftechnologie 2			<b>Kontaktzeit</b> 2 SWS (30h) 2 SWS (30h)	<b>Selbststudium</b> 45 h 45 h	<b>Turnus</b> a) Jedes WiSe b) Jedes SoSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Sebastian Weber Lehrende: 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> 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.  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> Blockseminar mit praktischer Übung / deutsch					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur (150 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) Die Prüfungsform wird jeweils zu Beginn des Semesters festgelegt.					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen)					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/180 CP					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>(PM7E) Modul Werkstoffrecycling</b>					
<i>Materials Recycling</i>					
<b>Modul-Nr.</b> PM7E 137400	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 5	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> 50 Studierende
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Übung			<b>Kontaktzeit</b> 3 SWS (45h) 1 SWS (15h)	<b>Selbststudium</b> 45 h 45 h	<b>Turnus</b> Jedes WiSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende</b> Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler Lehrende: apl. Prof. Dr.-Ing. Jan Frenzel					
<b>Teilnahmevoraussetzungen:</b> Für die Teilnahme sind keine Voraussetzungen zu erfüllen. Grundlagen zur Herstellung bestimmter Werkstoffe (z.B. Hochofenprozess und Aluminium-Schmelzflusselektrolyse) werden kurz wiederholt.					
<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> 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. 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:

- 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) Vorlesung (3 SWS) und b) Übung (1 SWS) / deutsch

**Prüfungsformen**

Klausur / 150 Minuten

**Voraussetzungen für die Vergabe von Credits**

Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur

**Verwendung des Moduls** (in anderen Studiengängen)

*Umwelttechnik und Ressourcenmanagement, Sales Engineering and Product Management*

**Stellenwert der Note für die Endnote**

5/180 CP

**Sonstige Informationen**

Ein Skriptum zur Vorlesung ist vorhanden.

<b>(26) Technisches Englisch</b>					
<i>Technical English</i>					
<b>Modul-Nr.</b> 26	<b>Credits</b> 5 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 4	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> Keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Sprachunterricht			<b>Kontaktzeit</b> 4 SWS (60h)	<b>Selbststudium</b> a) 90 h	<b>Turnus</b> Sommersemester
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Modulverantwortlicher: Alexander Hartmaier Lehrende: Dozenten des Zentrum für Fremdsprachen Ausbildung (ZFA)					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b> Keine					
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Englische Sprachkenntnisse auf Abiturniveau					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Studierende authentischen Vorlesungen und Vorträgen zu folgen. Sie können wissenschaftliche Fachliteratur je nach individuellem sprachlichem Niveau global bzw. relativ detailliert verstehen.</li> <li>• sind Studierende in der Lage, fachliche Präsentationen in englischer Sprache zu halten und verschiedene visuelle Daten wie z.B. Graphen und Diagramme unter Anwendung adäquater Redemittel zu beschreiben und zu analysieren</li> <li>• verfügen Studierende über die Fähigkeit, situativ englische Fachgespräche in berufähnlichen Kontexten zu führen</li> <li>• können Studierende englischsprachige Video- und Telekonferenzen, Telefongespräche und Small Talk sprachlich relativ sicher meistern</li> <li>• sind Studierende in der Lage, formelle und informelle berufsbezogene englischsprachige Texte zu verfassen</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hörverstehen</li> <li>• Leseverstehen</li> <li>• Mündlicher Ausdruck</li> <li>• Schriftlicher Ausdruck</li> <li>• Fachvokabular</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> Sprachunterricht (4 SWS) /englisch					
<b>Prüfungsformen</b> Klausur + mündliche Prüfung					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Bestandene Prüfungen					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) Keine					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 5/180					
<b>Sonstige Informationen</b> Bei erfolgreichem Bestehen kann ein B2 Zertifikat ausgestellt werden.					

<b>(27) Nicht-MINT Modul</b>					
<b>Modul-Nr.</b> 27	<b>Credits</b> 4 CP	<b>Workload</b> 150 h	<b>Semester</b> 4	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> Keine Einschränkung
<p><b>Das Nichttechnische Wahlfach kann aus dem gesamten Lehrangebot nichttechnischer Art der Fakultät für Maschinenbau oder aus dem Lehrangebot einer anderen Fakultät der RUB gewählt werden. Es soll inhaltlich nichttechnischer Art, aber für die materialwissenschaftliche Ausbildung grundsätzlich sinnvoll sein. Über die Zulässigkeit entscheidet auf Antrag der Prüfungsausschuss!</b></p>					
<p><b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 4/180</p>					

<b>(28) Wissenschaftliches Schreiben und Projektarbeit</b>					
<i>Scientific writing and project work</i>					
<b>Modul-Nr.</b> 28	<b>Credits</b> 8 CP	<b>Workload</b> 240 h	<b>Semester</b> 5	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> Keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Vorlesung b) Projektarbeit			<b>Kontaktzeit</b> 1 SWS (15h) 1 SWS (15h)	<b>Selbststudium</b> <b>m</b> 30 h 180 h	<b>Turnus</b> a + b jedes WiSe
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Modulverantwortlicher: Alexander Hartmaier Lehrende: Dozenten des Studienganges					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b> 75/88 CP aus den Pflichtmodulen der Semester 1-3 erreicht.					
<b>Empfohlene Vorkenntnisse:</b> Kenntnisse der zuvor vermittelten materialwissenschaftlichen Methoden					
<b>Lernziele/Kompetenzen</b> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none"> <li>• können Studierende eine materialwissenschaftliche Fragestellung entlang gegebener Arbeitspakete eigenständig bearbeiten</li> <li>• sie entwickeln Lösungsstrategien aus zuvor erlernten Methoden</li> <li>• praktizieren Studierende erste Ansätze wissenschaftlichen Lernens und Denkens</li> <li>• können Studierende Ergebnisse aus Forschungsaktivitäten dokumentieren, auswerten und in einem schriftlichen Bericht zusammenfassen</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung in die Standards guter wissenschaftlicher Praxis</li> <li>• Einführung in das wissenschaftliche Schreiben</li> <li>• Literaturrecherche, Zitate</li> <li>• Einführung in die Projektplanung</li> <li>• Praktische Bearbeitung einer materialwissenschaftlichen Fragestellung in gegebener Zeit</li> <li>• Anwendung erlernter Methoden aus vorherigen Modulen</li> <li>• Schriftliche Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse</li> </ul>					
<b>Lehrformen / Sprache</b> Vorlesung (1 SWS), Blockveranstaltung zu Beginn des Semesters, 2 weitere begleitende Termine im Semester /deutsch praktische Projektbearbeitung					
<b>Prüfungsformen</b> Schriftlicher Projektbericht (20-40 Seiten), Sprache: deutsch oder englisch					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Positiv bewerteter Projektbericht					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) Keine					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote</b> 8/180					
<b>Sonstige Informationen</b>					

<b>(29) Modul Bachelorarbeit</b>					
<i>Bachelor Thesis</i>					
<b>Modul-Nr.</b> 29	<b>Credits</b> 12 CP	<b>Workload</b> 360 h	<b>Semester</b> 6	<b>Dauer</b> 1 Semester	<b>Gruppengröße</b> Keine Einschränkung
<b>Lehrveranstaltung(en)</b> a) Abschlussarbeit			<b>Kontaktzeit</b> a) ./.	<b>Selbststudium</b> a) 360 h (mit Betreuung)	<b>Turnus</b> kontinuierlich
<b>Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r</b> Modulverantwortlicher: Andreas Kilzer Betreuung: jede habilitierte oder berufene Lehrperson der Fakultät für Maschinenbau					
<b>Teilnahmevoraussetzung</b> Erfolgreich abgeschlossene Module im Umfang von 140 CP, darunter alle Module aus dem Bereich Mathematisch-/Naturwissenschaftliche Grundlagen und Materialwissenschaftliche Grundlagen.					
<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 materialwissenschaftliche Problemstellungen übertragen. Dabei werden Grundlagen der Materialwissenschaft und des gewählten Schwerpunktes unter Berücksichtigung aktueller Forschung und modernster Methoden angewendet.</li> </ul>					
<b>Inhalte</b> 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> Betreute Forschungsarbeit / deutsch oder englisch					
<b>Prüfungsformen</b> Abschlussarbeit (40-80 Seiten), Sprache: deutsch oder englisch					
<b>Voraussetzungen für die Vergabe von Credits</b> Positiv bewertete Abschlussarbeit					
<b>Verwendung des Moduls</b> (in anderen Studiengängen) Keine					
<b>Stellenwert der Note für die Endnote:</b> 12/180					
<b>Sonstige Informationen</b>					

