

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.

15.04.2021

Inhaltsverzeichnis

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) Fertigungslehre	38
(16) Mechanik A	40
(17) Grundlagen der Thermodynamik	42
Vertiefungsrichtung Modellierung und Simulation	44
(18C) Computational Materials Science 1: Anwendungen und Software	45
(19C) Computational Materials Science II: Einführung in die Kontinuumsmethoden	46
(20C) Computational Materials Science 3: Einführung in die atomistischen Methoden	48
(21C) Seminar in Materials Modeling (engl.)	49
(PM1C) Modellierung von Diffusionsprozessen in Werkstoffen	50
(PM2C) Oberflächen und Grenzflächen: Modelle, Prozesse, Eigenschaften	51
(PM3C) Einführung in die Calphad-Methode	53
(PM4C) Data science with Python	54
(PM5C) Berechnung von Materialeigenschaften auf der atomaren Skala	55
(PM6C) Computational Mechanics of Materials	56
Vertiefungsrichtung , Experimentelle Materialwissenschaft	58
(18E) Werkstoffwissenschaft	59
(19E) Modul Werkstofftechnik	61
(20E) Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Mikrosystemtechnik	63
(21E) Modul Werkstoffeigenschaften	65
(PM1E) Laseranwendungen in der Materialforschung und Mikrotechnik	67

(PM2E) Modul Leichtmetalle und Verbundwerkstoffe	68
(PM3E) Modul Elektronenmikroskopie und Röntgenbeugung	70
(PM4E) Modul Polymere Werkstoffe und Formgedächtnislegierungen	72
(PM5E) Materials Processing: Beschichtungstechnik und Pulvermetallurgie	74
(PM6E) Modul Werkzeugtechnologie 1 + 2	76
(PM7E) Modul Werkstoffrecycling	77
(26) Technisches Englisch	79
(27) Nicht-MINT Modul	80
(28) Wissenschaftliches Schreiben und Projektarbeit	81
(29) Modul Bachelorarbeit	82

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 mit dem, was sie bisher gelernt haben, eigenständig realistische und relevante materialwissenschaftliche Probleme. Dieses forschende Lernen dokumentieren Sie in einer Projektarbeit, 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 den 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 zum Lösen einfacher 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
Mathematische/ Naturwissensch. Grundlagen	Mathematik 1	Mathematik 2	Mathematik 3	Funktions- werkstoffe	Materialinformatik	Materialwiss. Anwendungen: Pflichtmodul 3
Materialwissen- schaftliche Grundlagen			Programmierung und numerische Methoden	Fortgeschrittene Programmierung inkl. Praktikum	Materialwiss. Anwendungen: Pflichtmodul 2	Materialwiss. Anwendungen: Pflichtmodul 4
Materialwissen- schaftliche Anwendungen 1	Allg. Chemie inkl. Praktikum	Grundlagen der Physik	Material-/Fest- körperphysik 1	Material-/Fest- körperphysik 2	Materialwiss. Anwendungen: Profilmodul 1	Materialwiss. Anwendungen: Profilmodul 3
Materialwissen- schaftliche Anwendungen 2		Grundlagen der Werkstofftechnik inkl. Praktikum	Mechanik A	Materialwiss. Anwendungen: Pflichtmodul 1	Materialwiss. Anwendungen: Profilmodul 2	Technisches Wahlfach
Nichttechnische Anwendungen		Materialwissen- schaft: Geschich- te, Stoffkreisläufe und Analyse		Technisches Englisch	Projektarbeit	Bachelor-Arbeit
Fach- wissenschaftliche Arbeiten	Grundlagen der Material- wissenschaft	Fertigungslehre	Grundlagen Thermodynamik	Nicht-MINT-Modul		

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
Mathematische/Naturwissenschaftliche Grundlagen									
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				
	Summe	25	39						
Materialwissenschaftliche Grundlagen									
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	Fertigungslehre	4	5		2 2				
16	Mechanik A	7	9			3 4			
17	Grundlagen der Thermodynamik	4	5			2 2			
	Summe	50	72						
Materialwissenschaftliche Anwendungen 1 ¹⁾									
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	
	Summe	16	20						
Materialwissenschaftliche Anwendungen 2 ¹⁾									
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	
	Summe	16	20						
Nichttechnische Anwendungen									
26	Technisches Englisch/Sprachkurs	4	5				4 0		
27	Nicht MINT Modul ²⁾	3	4				3 0		
	Summe	7	9						
Fachwissenschaftliche Arbeiten									
28	Wissenschaftliches Schreiben + Projektarbeit (180 h)	-	8					x	
29	Bachelor-Arbeit (360 h)	-	12						x
	Summe	-	20						
Gesamtsumme		114	180						
Semesterwochenstunden				16	23	22	21	18	14
Leistungspunkte				29	31	29	31	30	30

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

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

²⁾ 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 V Ü	5. Sem V Ü	6. Sem 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>				
	Laseranwendungen 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 ¹⁾	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>				

¹⁾ 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: Kontinuumsmethoden	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 ¹⁾	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>				

¹⁾ Wählbare Module werden vor Semesterbeginn veröffentlicht.

Modulbeschreibungen

(01) Mathematische/Naturwissenschaftliche Grundlagen 1					
<i>Basics in Mathematics and Science 1</i>					
Modul-Nr. 1	Credits 8 CP	Workload 240 h	Semester 1	Dauer 1 Semester	Gruppengröße Keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übung			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h) b) 2 SWS (30 h)	Selbststudium a) 105 h b) 45 h	Turnus a + b) jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulverantwortlicher: Prof. Dr. H. Flenner Lehrende: Priv.-Doz. Dr. Björn Schuster, Prof. Dr. Peter Eichelsbacher, Prof. Dr. Christine Helzel					
Teilnahmevoraussetzung keine Empfohlene Vorkenntnisse: Teilnahme am 4-wöchigen Vorkurs „Mathematik“ für Ingenieure und Naturwissenschaftler vor Studienbeginn im September					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • kennen Studierende die wichtigsten Methoden der Ingenieurmathematik. • können Studierende mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen erkennen und lösen • praktizieren Studierende erste Ansätze wissenschaftlichen Lernens und Denkens • verfügen Studierende über fachübergreifende Methodenkompetenz.					
Inhalte Es werden mathematische Methoden der Analysis einer Veränderlichen unterrichtet: • Komplexe Zahlen: Definition, Eigenschaften und Rechenregeln • Matrizen, Determinanten und Lösungsverfahren für lineare Gleichungssysteme • Vektorräume, Unterräume und Basiswechsel • Eigenwerte, Eigenvektoren und Hauptachsentransformation • Folgen und Reihen und deren Konvergenz; Konvergenzkriterien • Differentialrechnung für Funktionen einer reellen und komplexen Veränderlichen (Differentiationstechniken, Mittelwertsätze, Taylorformeln, Anwendungen) • Integralrechnung einer Veränderlichen (Integrationstechniken, Stammfunktionen, Mittelwertsätze, Anwendungen).					
Lehrformen / Sprache Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS) / deutsch					
Prüfungsformen Klausur / 180 Minuten					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulklausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Studiengang BSc Maschinenbau					
Stellenwert der Note für die Endnote 8/180					
Sonstige Informationen					

(02) Mathematische/Naturwissenschaftliche Grundlagen 2					
<i>Basics in Mathematics and Science 2</i>					
Modul-Nr. 2	Credits 8 CP	Workload 240 h	Semester 2	Dauer 1 Semester	Gruppengröße Keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übung			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h) b) 2 SWS (30 h)	Selbststudium a) 105 h b) 45 h	Turnus a + b) jedes SoSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulverantwortlicher: Prof. Dr. H. Flenner Lehrende: Priv.-Doz. Dr. Björn Schuster, Prof. Dr. Peter Eichelsbacher, Prof. Dr. Christine Helzel					
Teilnahmevoraussetzung: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematik 1					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • kennen Studierende die wichtigsten Methoden der Ingenieurmathematik. • können Studierende mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen erkennen und lösen • praktizieren Studierende erste Ansätze wissenschaftl. Lernens und Denkens • verfügen Studierende über fachübergreifende Methodenkompetenz.					
Inhalte Es werden mathematische Methoden der Analysis mehrerer Veränderlichen unterrichtet: • Potenzreihen (Konvergenzkriterien, Anwendungen) • Differentialrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlicher (totale Ableitung, Richtungsableitung, partielle Ableitungen und Zusammenhänge, Differentiationstechniken, Anwendungen, u.a. Extrema mit und ohne Nebenbedingungen) • Integralrechnung für Funktionen mehrerer Veränderlichen (Gebiets-, Volumen- und Flächenintegrale, Integralsätze von Green, Gauß und Stokes mit Anwendungen) • Gewöhnliche Differentialgleichungen und Lösungstechniken (Trennung der Variablen, Variation der Konstanten, exakte Differentialgleichungen und integrierende Faktoren, spezielle Typen von Differentialgleichungen, Systeme gewöhnlicher Differentialgleichungen).					
Lehrformen / Sprache Vorlesung (4 SWS), Übung (2 SWS) / deutsch					
Prüfungsformen Klausur / 180 Minuten					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulklausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Studiengang BSc Maschinenbau					
Stellenwert der Note für die Endnote 8/180					
Sonstige Informationen					

(03) Mathematische/Naturwissenschaftliche Grundlagen 3					
<i>Basics in Mathematics and Science 3</i>					
Modul-Nr. 3	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 3	Dauer 1 Semester	Gruppengröße Keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übung			Kontaktzeit a) 2 SWS (30 h) b) 1 SWS (15 h)	Selbststudium a) 60 h b) 45 h	Turnus a + b) jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulverantwortlicher: Prof. Dr. H. Flenner Lehrende: Prof. Dr. Peter Eichelsbacher, Prof. Dr. Christine Helzel					
Teilnahmevoraussetzung: keine Empfohlene Vorkenntnisse: Mathematik 2					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • kennen Studierende die wichtigsten Methoden der Ingenieurmathematik • können die Studierenden mathematische Problemstellungen in physikalischen Systemen erkennen und lösen • praktizieren die Studierenden erste Ansätze wissenschaftlichen Lernens und Denkens • verfügen die Studierenden über fachübergreifende Methodenkompetenz.					
Inhalte 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, χ^2 Test.					
Lehrformen / Sprache Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS) / deutsch					
Prüfungsformen Klausur / 180 Minuten					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulklausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Studiengang BSc Maschinenbau					
Stellenwert der Note für die Endnote 5/180					
Sonstige Informationen					

(04) Mathematische / Naturwissenschaftliche Grundlagen: Allgemeine Chemie					
<i>Basics in Mathematics and Science: General Chemistry</i>					
Modul-Nr. 4	Credits 8 CP	Workload 240 h	Semester 1	Dauer 1 Semester	Gruppengröße Keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übung c) Begleitendes E-Learning Modul			Kontaktzeit a) 2 SWS (30 h) b) 1 SWS (15 h) c) ./.	Selbststudium a) 60 h b) 45 h c) 90 h	Turnus Jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulverantwortlicher: Prof. Dr. Roland A. Fischer Lehrende: Prof. Dr. Nils Metzler-Nolte und Dozenten der Anorganischen Chemie					
Teilnahmevoraussetzung keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • verfügen Studierende über grundlegende Kenntnisse zu den allgemeinen Prinzipien der Chemie • können Studierende die erlernten Kenntnisse sicher anwenden und einfache Aufgaben zu chemischen Fragestellungen zu lösen					
Inhalte Es werden die Grundlagen der Chemie unterrichtet: • Chemische Stoffe: Stoffe, Verbindungen, Elemente, Stöchiometrielehre, Aufbau der Atome und des Periodensystems. • Chemische Energetik: Enthalpie, Kalorimetrie • Chemische Bindung: Ionenkristalle, Moleküle und Orbitale, metallische Bindung, Koordinationsverbindungen. • Chemische Kinetik: Geschwindigkeit chemischer Reaktionen, Geschwindigkeitsgesetze, Aktivierungsenergie und Katalyse. • Chemisches Gleichgewicht: Säuren und Basen, Redoxgleichgewichte. • Ausgewählte Beispiele zur Stoffchemie der Elemente: Hauptgruppenelemente (Wasserstoff, 3.-7. Hauptgruppe an ausgewählten Beispielen, Alkali- und Erdkalimetalle. • Trends im Periodensystem der Elemente • Übergangsmetalle: Koordinative Bindungen, Kristallfeldtheorie, elektronische, magnetische und optische Eigenschaften.					
Lehrformen / Sprache Vorlesung (2 SWS), Übung (1 SWS), begleitendes E-Learning-Modul (2 SWS) / deutsch					
Prüfungsformen Klausur / 120 Minuten					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulklausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Bachelor Studiengänge der Chemie und Biochemie					
Stellenwert der Note für die Endnote 8/180					
Sonstige Informationen					

(04) Mathematische / Naturwissenschaftliche Grundlagen: Praktikum Allgemeine Chemie					
<i>Basics in Mathematics and Science: Practical Training General Chemistry</i>					
Modul-Nr. 4	Credits 4 CP	Workload 120 h	Semester 1	Dauer 1 Semester	Gruppengröße 40
Lehrveranstaltung(en) Laborpraktikum			Kontaktzeit 60 h	Selbststudium 60 h (dav. ca. 20 geführt. „eLab“)	Turnus Jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulverantwortlicher: Prof. Dr. Roland A. Fischer Lehrender: R. Schmid					
Teilnahmevoraussetzung: Keine					
Lernziele / Kompetenzen: Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls verfügen Studierende über - einen praktischen Bezug zum in den Vorlesungen erarbeiteten chemischen Wissen - grundlegende handwerkliche Fertigkeiten für das chemische Experimentieren mit einfachen Laborgeräten und den Umgang mit unbedenklichen Stoffen bzw. Gefahrstoffen mit geringen Handhabungsanforderungen - Kenntnisse über das sichere und sachgerechte Arbeiten im chemischen Labor. ...können Studierende - 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.					
Inhalt: - Sicherheitsmodul „Laborführerschein“ mit Online- und Präsenzveranstaltungen (Verhalten im Labor, Umgang mit Gefahrstoffen, Verhalten im Notfall, Brandschutzvorlesung, Löschübung) - Vorbereitung auf die Präsenzphasen durch ein virtuelles Laborpraktikum (eLab) - Präsenzphase I: Versuchstage mit definiertem Versuchsablauf a) Chemische Grundoperationen: Sachgerechter Umgang mit Stoffen, Wägen, Volumenmessung b) Stoffchemie und Reaktivität: Säure-Base-Reaktionen, Redoxreaktionen, Fällungsreaktionen c) Grundlagen der Fachsprache, Dokumentation der Versuche und Auswertung - Präsenzphase II: Freies Arbeiten in der Qualitative Analyse a) Praktische Grundlagen der Stoffchemie, Reaktivität von Ionenverbindungen in wässriger Lösung b) Selbstständige Versuchsplanung und Durchführung, Interpretation und Dokumentation der Nachweisreaktionen Die Veranstaltungen der Präsenzphasen werden durch Online-Angebote unterstützt.					
Lehrformen / Sprache Laborpraktikum („Blended Learning“ mit einer längeren Laborpräsenzphase)					
Prüfungsformen Teilnahme an Präsenzveranstaltungen; Onlinetests, eingereichte Labormitschriften, Abgabe von Analyseergebnissen					

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

(05) Grundlagen der Physik					
<i>Fundamentals of Physics</i>					
Modul-Nr. 5	Credits 6 CP	Workload 180 h	Semester 2	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übung			Kontaktzeit a) 4 SWS (60 h) b) 1 SWS (15 h)	Selbststudium a) 60 h b) 45 h	Turnus a) jedes SoSe b) jedes SoSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. M. Fritsch					
Teilnahmevoraussetzung Teilnahme an Mathematik 1					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • Verstehen Studierende die Grundzüge der Experimentalphysik und können damit Anwendungen in der Technik und Beispiele aus der alltäglichen Erfahrungswelt verstehen und diskutieren. • Können Studierende einfache physikalische Probleme durch Anwendung der in der Vorlesung abgeleiteten Grundformeln lösen. • Sind Studierende in der Lage, grundlegende physikalische Experimente auf Basis von Versuchsvorschriften eigenständig durchzuführen, Ergebnisse zu beobachten, zu interpretieren, zu dokumentieren und zu diskutieren.					
Inhalt • Elektrizitätslehre: Elektrische Ladung, Elektrische Feldlinien, elektrisches Feld, Spannung, Kapazität eines Kondensators, elektrischer Strom, Stromstärke und Wirkungen, der elektrische Widerstand, Ohmsches Gesetz, Stromkreise, Kirchhoffsche Gesetze, Arbeit und Leistung des elektrischen Stroms, Messungen von I, U, R, • Magnetisches Feld und Induktion: Die magnetische Kraft, magnetisches Feld, Kräfte im Magnetfeld, Magnetische Induktion, Energiegehalt des magnetischen und elektrischen Feldes, Materie im elektrischen und magnetischen Feld, die Maxwellschen Gleichungen, Zeitabhängige Ströme und Spannungen, der Wechselstromgenerator, Wechselstromwiderstände, der Transformator • Ein- und Ausschaltvorgänge: Schwingkreis, Mechanismen der elektrischen Leitung: elektrische Leitungen in Flüssigkeiten, elektrische Leitung in Metallen, elektrische Leitung in Halbleitern, Leitende Kunststoffe, Elektrizitätsleitung im Vakuum, • Elektromagnetische Wellen: Analogiebetrachtung von mechanischen und elektromagnetischen Wellenerscheinungen, Elektromagnetische Wellen, • Optik: Natur des sichtbaren Lichtes • Strahlenoptik (Geometrische Optik): Strahlen und Wellenfronten, Reflexion von ebenen Wellen, Brechung von ebenen Wellen, Optische Abbildungen • Wellenoptik: Interferenz, Kohärenzbedingung, Interferenz nach Reflexion und Brechung, Interferenz nach Beugung, Polarisation von Lichtwellen, der Laser, • Quantenphysik: Eindimensionale Schrödingergleichung, Pauliprinzip					
Lehrformen / Sprache Vorlesung (4 SWS), Übung (1 SWS) / deutsch					
Prüfungsformen					

Klausur / 150 Minuten
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Entspricht dem Modul Physik I für Studierende der Biologie und Physik II für Studierende der Chemie und Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote 6/180
Sonstige Informationen

(06) Experimentelle Methoden der Materialwissenschaft, inkl. Praktikum					
<i>Experimental Methods in Materials Science, incl. lab course</i>					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
6	5 CP	150 h	1	1 Semester	a) keine Einschränkung b) 10-15/Gru.
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Laborpraktikum			Kontaktzeit 2 SWS (30 h) 2 SWS (30 h)	Selbststudium 60 h 30 h	Turnus Jedes WiSe Jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r apl. Prof. Dr.-Ing. Jan Frenzel					
Teilnahmevoraussetzung keine					
Lernziele/Kompetenzen 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: • Sie können wichtige Methoden zur Herstellung und Untersuchung von Werkstoffen benennen und die zugrundeliegenden physikalischen Prinzipien / technischen Gegebenheiten erklären. • Einfache materialwissenschaftliche Versuche können durchgeführt, dokumentiert, ausgewertet und die Ergebnisse visualisiert werden. • 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. • Sie kennen praktische Aspekte ausgewählter Verfahren/Methoden und können auf erste Erfahrungen zu praktischer Laborarbeit zurückgreifen. • Die Studierenden verfügen über ein entsprechendes Fachvokabular. Sie können dieses nutzen, um Versuche zu beschreiben und um Ergebnisse zu erläutern/diskutieren. • 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.					
Inhalt a) Vorlesung • Erschmelzen einer Legierung: Induktions- und Lichtbogenschmelzen • Wärmebehandlung – Technologische Aspekte und Werkstoffgefüge (Fe- und Al-Legierungen) • Umformen: Kalt- und Warmumformung • Thermische Analysen: DTA, DSC und Thermogravimetrie • Beispiel: Prozesskette zur Herstellung von Ni-Ti-Legierungen (Schmelzen, Wärmebehandlung, Umformen, DSC, Mikroskopie und funktionelle Eigenschaften) • Licht- und Elektronenmikroskopie					

• Messung von Kraft, Verschiebung und Temperatur. Sensoren, Messwerterfassung und Auswertung • Mechanische Schlüsselexperimente: Härte/Mikrohärte, Zug-/Druckversuch, Ermüdung, Kriechen, Bruchmechanik • Röntgenbeugung • Elektrochemie in den Materialwissenschaften: Spannungsreihe, Korrosion, elektrolytisches Polieren • Datenverarbeitung und -archivierung, Datenbanken und digitale Laborbücher
b) Praktikum Das Praktikum beinhaltet die folgenden Versuche: • Versuch 1: Erschmelzen von Legierungen durch Induktions- und Lichtbogenschmelzen • Versuch 2: Umformen und Wärmebehandeln • Versuch 3: Metallographische Präparation und Lichtmikroskopie • Versuch 4: Rasterelektronenmikroskopie
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS), b) Gruppenarbeit im Praktikum (2 SWS) Sprache: deutsch
Prüfungsformen Klausur / 120 Minuten
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits • Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur • Alle Versuche des Werkstoffpraktikums sind erfolgreich bestanden (Studienleistung). Der Nachweis erfolgt über praktikumsbegleitend durchgeführte Lernstandskontrollen.
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen): -
Stellenwert der Note für die Endnote 5/180
Sonstige Informationen

(07) Grundlagen der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik					
<i>Fundamentals of Materials Science and Engineering</i>					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
7	10 CP	300 h	1 und 2	2 Semester	a + b) keine Einschränkung c) 10-15/Gru.
Lehrveranstaltung(en)			Kontaktzeit	Selbststudium	Turnus
a) Vorlesung „Werkstoffe – Grundlagen“			3 SWS (45 h)		jedes WiSe
b) Vorlesung „Werkstoffe – Anwendung“			3 SWS (45 h)	75 h	jedes SoSe
c) Werkstoffpraktikum			2 SWS (30 h)	75 h 30 h	jedes SoSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r					
Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Sebastian Weber					
Lehrende: a) Prof. Dr. Guillaume Laplanche; b) und c) Dr.-Ing. Sebastian Weber					
Teilnahmevoraussetzung					
Keine					
Lernziele/Kompetenzen					
Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage,					
- insbesondere die für die Materialwissenschaften relevanten Werkstoffe zu benennen, diese in Werkstofffamilien einzuteilen und ihren atomaren/kristallinen Aufbau zu erklären. - grundlegende thermodynamische Zusammenhänge zu erläutern sowie Zustandsdiagramme zu skizzieren und in der Praxis anzuwenden. - die werkstoffkundlichen Vorgänge während der Erstarrung metallischer Schmelzen zu erläutern. - wesentliche mechanische Kennwerte von Werkstoffen zu benennen und deren Bestimmung zu erläutern. - Zusammenhänge zwischen Fertigungsverfahren, resultierenden Mikrostrukturen und Eigenschaften von Werkstoffen herzustellen. - unter gegebenen Anforderungsprofilen die Eignung bestimmter Werkstoffe nachzuvollziehen und eine anforderungsgerechte Werkstoffauswahl zu treffen. - Bezüge zwischen den Grundlagen der Werkstoffe und deren technischer Anwendung herzustellen. - eine Fertigungsprozesskette ganzheitlich unter den Randbedingungen einer zirkulären Wertschöpfung zu bewerten. - ein einfaches wissenschaftliches Experiment mit materialwissenschaftlichem Bezug durchzuführen, zu dokumentieren, auszuwerten und zu bewerten. - moderne Prüfmethode zu Werkstoffcharakterisierung anzuwenden und daraus beanspruchungsgerechte Werkstoffeigenschaften zur Auslegung von Bauteilen und Komponenten abzuleiten.					
Inhalt					
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 Schliffe
- 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.
Lehrformen / Sprache a) und b) Vorlesung (2x3 SWS), c) Gruppenarbeit im Praktikum Sprache: Deutsch
Prüfungsformen Klausur / 180 Minuten
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits 1. Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur 2. Alle Praktikumsversuche des Werkstoffpraktikums sind erfolgreich bestanden (Studienleistung). Der Nachweis erfolgt über praktikumsbegleitend durchgeführte Lernstandskontrollen.
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Modulteile a) und b) entsprechen den Vorlesungen im Modul Werkstoffe: Grundlagen und Anwendungen im BSc MB
Stellenwert der Note für die Endnote 10 / 180
Sonstige Informationen Die folgende Literatur wird für das Eigenstudium und zur Vertiefung der Lehrinhalte empfohlen: • Eggeler und Laplanche, Skriptum „Werkstoffe – Grundlagen“ (2017) • Hornbogen, Werkstoffe, Springer-Verlag (2006) • Callister/Rethwisch, Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wiley-VCH (2012) • Askeland/Fulay/Wright, the science and engineering of materials, Cengage Learning (2010)

(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)	30 h	jedes SoSe
b) Vorlesung Wichtige Werkstoffreaktionen			2 SWS (30 h)	30 h	
c) Übungen			1 SWS (15 h)	45 h	

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r

Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler

Lehrende: a) Gunther Eggeler, b) und 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

(09) Funktionswerkstoffe					
<i>Functional Materials</i>					
Modul-Nr. 9	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 4	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übungen			Kontaktzeit 3 SWS (45 h) 1 SWS (15 h)	Selbststudium 60 h 30 h	Turnus Jedes SoSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende					
Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig					
Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig					
Teilnahmevoraussetzungen: keine					
Lernziele/Kompetenzen					
- Die Studierenden verstehen die materialwissenschaftlichen Grundlagen von Funktionswerkstoffen. - Die Studierenden können die wichtigsten Funktionswerkstoffklassen, ihre Effekte und Materialbeispiele benennen. - Die Studierenden können entscheiden, welche Funktionswerkstoffe für welche Anwendungen sinnvoll eingesetzt werden können. - Sie erlernen Fachvokabular, kennen aktuelle Anwendungsbeispiele und können diese analysieren. - Die Studierenden erwerben eine fachübergreifende Methodenkompetenz und können Fertigkeiten auf konkrete ingenieurwissenschaftliche Problemstellungen übertragen. - Im Rahmen der Übungen praktizieren die Studierenden wissenschaftliches Lernen und Denken und übertragen die Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen.					
Inhalte					
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: - Sensor- und Aktorwerkstoffe - magnetische Werkstoffe - piezoelektrische Werkstoffe - Formgedächtniswerkstoffe - multiferroische Werkstoffe (insbesondere magnetische Formgedächtniswerkstoffe) - thermoelektrische Werkstoffe - multifunktionale Werkstoffe (Smart Materials) - kalorische Werkstoffe - optische Werkstoffe (klassisch und chemo-, thermo-, elektrochrom) - Werkstoffe für solare Energiewandlung und Energieträgerproduktion - Batteriematerialien					

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

(10) Programmierung und Numerische Methoden					
<i>Programming and Numerical methods</i>					
Modul-Nr. 10	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 3	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übungen			Kontaktzeit 2 SWS (30 h) 2 SWS (30 h)	Selbststudium 45 h 45 h	Turnus Jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. Godehard Sutmann (Modulbeauftragter) und Dr. habil. Thomas Hammerschmidt					
Teilnahmevoraussetzung: Teilnahme an Mathematik 1 und 2.					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • verstehen Studierende mathematische Ausdrücke in numerisch handhabbare Formulierungen zu übersetzen • haben Studierende die Fähigkeit ein mathematisches Problem in einen Algorithmus zu übersetzen • können Studierende selbstständig numerische Probleme in eine Programmiersprache übersetzen • haben Studierende Erfahrung mit dem Schreiben, Analysieren und Ausführen eigener Programme • können Studierende Softwarewerkzeuge nutzen, um effizient eigene Programme zu schreiben, zu verwalten, Daten zu analysieren und graphisch darzustellen.					
Inhalte • Einführung in die Nutzung des Computers (Betriebssystem, Kommandozeile, Aufruf von Programmen, Datenverwaltung) • Einführung in Programmierungsumgebungen ("integrated development environment"), Programm Verwaltungsprogramme und Versionskontrolle • Einführung in moderne Compiler- und Interpreter-Programmiersprachen (Fortran/C++ , Python) ○ Sprachkonzepte (Schleifen, Entscheidungen, Steuerungen) ○ Sprachelemente (Syntax, Datentypen/-strukturen, Programmablauf) ○ Funktionen, Module, Klassen ○ Strategien und Werkzeuge für Fehlersuche ○ Zahlendarstellung und Rundungsfehler ○ Ein- und Ausgabe von Daten • Einführung von numerischer Mathematik im Kontext der Programmierung mit Berücksichtigung materialwissenschaftlicher Fragestellungen ○ Fehlerrechnung und Fehlerfortpflanzung inkl. numerischer Rundungsfehler ○ Interpolation von Daten und Funktionen, Näherungsrechnung ○ Lineare Algebra ○ Klassifizierung und Analyse von gewöhnlichen und partiellen Differentialgleichungen					

○ Numerische Integration in einer und mehreren Dimensionen ○ Stochastische Methoden zur Iteration hochdimensionaler Probleme ○ Numerische Optimierung
Lehrformen / Sprache 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
Prüfungsformen Klausur / 120 Minuten
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits • Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur • Erreichen von mindestens 50% der Punkte in den Übungen • abgehaltener Seminarvortrag
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen): -
Stellenwert der Note für die Endnote 5 / 180
Sonstige Informationen Lernmaterialien werden den Studenten überwiegend zur Verfügung gestellt. Die eigenständige Suche nach Sekundärliteratur wird durch Referenzen unterstützt.

(11) Fortgeschrittene Programmiermethoden, inkl. Programmierpraktikum					
<i>Advanced Programming Methods, incl. programming lab</i>					
Modul-Nr. 11	Credits 7 CP	Workload 210 h	Semester 4	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Praktikum			Kontaktzeit 2 SWS (30 h) 4 SWS (60 h)	Selbststudium 60 h 60 h	Turnus Jedes SoSe Jedes SoSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. Godehard Sutmann (Modulverantwortung und Lehre) Prof. Dr. Markus Stricker (Lehre)					
Teilnahmevoraussetzung: Teilnahme an Modul Programmierung und numerische Methoden					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • sind Studierende in der Lage eine Aufgabenstellung aus der numerischen Mathematik und Materialwissenschaft in eine komplexere Programmumgebung zu integrieren • können Studierende einfache eigene Programme entwerfen, implementieren, dokumentieren und testen • sind Studierende mit dem praktischen Umgang von Fehlersuchprogrammen vertraut, können mit Programm-Repositories umgehen und Daten graphisch darstellen und bewerten • können Studierende Programmierabläufe und -ergebnisse in Form eines schriftlichen Berichts dokumentieren					
Inhalte • Elemente des Software-Engineering • Planung und Design eines numerischen Programms • Übersetzung einer wissenschaftlichen Aufgabenstellung in einen Algorithmus • Dokumentation und Fehlerbehandlung • Benutzung von numerischen Bibliotheken • Eigenständige Programmierung einer komplexen Aufgabenstellung					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS), b) Praktikum (4 SWS), inkl. Computerübungen, Vortrag der Studierenden zu Programmieraufgaben und Präsentation der eigenen Programme Sprache: deutsch					
Prüfungsformen • Schriftlicher Bericht • Seminarvortrag					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits • Positive Bewertung des Abschlussberichts • Erfolgreicher Seminarvortrag • Einreichung eines lauffähigen Programms, das eine gegebene Fragestellung numerisch löst					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen): -					
Stellenwert der Note für die Endnote 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.

(12) Material- und Festkörperphysik 1					
<i>Materials- and Solid State Physics 1</i>					
Modul-Nr. 12	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 3	Dauer 1 Semester	Gruppengröße Keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übungen			Kontaktzeit 3 SWS (45 h) 1 SWS (15 h)	Selbststudium 60 h 30 h	Turnus Jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. Ralf Drautz					
Teilnahmevoraussetzung: Teilnahme an Mathematik 1 und 2 und an Grundlagen der Physik					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • sind Studierende in der Lage grundlegende Eigenschaften von Festkörpern zu erläutern • können Studierende Kristallstrukturen charakterisieren und zwischen verschiedenen Bindungsverhältnissen in Kristallen differenzieren • verstehen Studierende die Grundlagen der elektronischen Struktur von Festkörpern • wissen Studierende um die wichtigsten atomaren Anregungen und Statistik in Festkörpern • können Studierende Oberflächen und Grenzflächen klassifizieren					
Inhalte • Kristallographie • inkl. Beugung und reziprokem Raum • Bindungsverhältnisse in Kristallen • Elektronische Struktur • Atommodell/Orbitalmodell, Bändermodell • Teilchen im Kasten • Halbleiter: Bandlücke • Metalle: Fermifläche • Grundlegende Statistik ◦ Fermi-Dirac Verteilung ◦ klassischer Limit ◦ Zustandssumme ◦ freie Energie ◦ Phasenstabilität • Elastizität • Phononen • Gitterschwingungen • Thermische Eigenschaften, Debye Model • Oberflächen und Grenzflächen • Nichtkristalline Festkörper					
Lehrformen / Sprache Vorlesung (3 SWS), Übungen (1 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen Klausur / 120 Minuten					

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits
• Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur • Erreichen von mindestens 50% der Punkte in den Übungen
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen): -
Stellenwert der Note für die Endnote
5 / 180
Sonstige Informationen
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)

(13) Material- und Festkörperphysik 2					
<i>Materials- and Solid State Physics 2</i>					
Modul-Nr. 13	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 4	Dauer 1 Semester	Gruppengröße Keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übungen			Kontaktzeit 3 SWS (45 h) 2 SWS (15 h)	Selbststudium 60 h 30 h	Turnus Jedes SoSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. Anna Grünebohm					
Teilnahmevoraussetzung: Teilnahme an Material- und Festkörperphysik I					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • können Studierende elektronische Anregungen und funktionale Eigenschaften von Festkörpern benennen, beschreiben und deren Relevanz für Anwendungen erläutern • sie verstehen die Zusammenhänge zwischen Zusammensetzung und Gitterfehlern mit funktionalen Eigenschaften von Festkörpern und können Materialsysteme entsprechend klassifizieren • sie können die Stabilitätskriterien für Mischkristalle anwenden und die Stabilität von strukturellen Phasen beurteilen.					
Inhalte • Gitterfehler in Festkörpern ◦ Punktdefekte ◦ Versetzungen • Legierungen und Mischkristalle ◦ Hume-Rothery, Pauling, Goldschmidt, Pettiforregeln ◦ Phasendiagramme, Ordnungs-Unordnungsübergänge, spinodale Entmischung • Transport in Festkörpern ◦ Diffusion und Ionenleitung ◦ Thermischer Transport ◦ Elektrischer Transport • Funktionale Eigenschaften von Festkörpern ◦ Optische Eigenschaften und elektronische Anregungen ◦ Magnetismus und Supraleitung ◦ Dielektrizität, Ferroelektrizität ◦ Formgedächtniseffekt, Martensitische Übergänge					
Lehrformen / Sprache Vorlesung (3 SWS), Übungen (1 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen Klausur / 120 Minuten					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits • Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur • Erreichen von mindestens 50% der Punkte in den Übungen					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen): -					
Stellenwert der Note für die Endnote 5 / 180					
Sonstige Informationen					

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)

(14) Materialinformatik					
<i>Materials Informatics</i>					
Modul-Nr. 14	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5	Dauer 1 Semester	Gruppengröße Keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übungen			Kontaktzeit 2 SWS (30 h) 2 SWS (30 h)	Selbststudium 45 h 45 h	Turnus Jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. Markus Stricker (Modulbeauftragter, hauptamtlich Lehrender) Dr. habil. Thomas Hammerschmidt (hauptamtlich Lehrender)					
Teilnahmevoraussetzung Teilnahme am Modul Fortgeschrittene Programmiermethoden Empfohlen: Grundkenntnisse der Programmierung in Python					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • können Studierende die Bedeutung informationstechnischer Methoden, insbesondere aus dem Bereich „Soft Computing“, im Kontext der Materialwissenschaft erklären • können Studierende „Soft Computing“ Methoden für ein gegebenes materialwissenschaftliches Problem auswählen und anwenden • verfügen die Studierenden über programmiertechnische Kenntnisse, um mit diesen Methoden Daten aus Simulationen und Experimenten in der Materialwissenschaft zu analysieren und darzustellen					
Inhalte • Daten ◦ Datensätze: Formate, Einschätzung, Erstellung ◦ Grundsätze der Datennutzung: FAIR – Findable, Accessible, Interoperable, Reusable ◦ Open Data: Urheberrecht, Bereitstellung, Verwendung ◦ Metadaten: deskriptiv, strukturell, administrativ, Referenzen, ◦ Big Data „Four V's“: Volume (Skala), Variety (Formen), Velocity (Live-Analyse erzeugter Daten), Veracity (Unsicherheit) • Deskriptoren und Repräsentation: Dimensionen von Daten • „Soft Computing“ Modelle: approximative Lösungsverfahren in der Informatik ◦ Neuronale Netze ◦ Probabilistische Logik ◦ Fuzzylogik ◦ Principal Component Analysis ◦ Klassifizierung ◦ Statistische Inferenz • Interpretation und Visualisierung • Materialwissenschaftliche Anwendungen •					
Lehrformen / Sprache Vorlesung (2 SWS), Computerübungen (2 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen Klausur / 120 min					

Voraussetzungen für die Vergabe von Credits • Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur • Erreichen von mindestens 50% der Punkte in den Übungen • Lösung eines Programmierproblems
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) keine
Stellenwert der Note für die Endnote 5 / 180
Sonstige Informationen Empfohlene Literatur: 1) Soft Computing (2006), Lippe, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg 2) Aktuelle wissenschaftliche Literatur, z.B.: 3) Rajan, K., Materials Informatics: The Materials „Gene“ and Big Data, Annual Review of Materials Research, 2015, 45, 153 4) Prakash, A. & Sandfeld, S., Chances and Challenges in Fusing Data Science with Materials Science, Practical Metallography, Hanser Verlag, 2018, 55, 493 5) Ward, L. & Wolverton C., Atomistic Calculations and Materials Informatics: A review, Current Opinion in Solid State and Materials Science, 2017, 21, 167 6) Ramakrishna et al., Materials Informatics, Journal of Intelligent Manufacturing, 2019, 30, 2307

(15) Fertigungslehre					
<i>Manufacturing Theory</i>					
Modul-Nr. 15	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 2. Sem.	Dauer 1 Semester (max. 2)	Gruppengröße Keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) Vorlesung + Übung			Kontaktzeit 4 SWS (60 h)	Selbststudium 90 h	Turnus Jedes SoSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Bernd Kuhlenkötter					
Teilnahmevoraussetzung Die Studierenden benötigen grundlegende ingenieurwissenschaftliche Kenntnisse zur Berechnung von Kräften, Spannungen und Drücken.					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • verstehen Studierende das Funktionsprinzip verbreiteter Fertigungsverfahren der Ur- und Umformtechnik, des Trennens, des Fügens, des Beschichtens und der additiven Fertigung. • sind Studierende in der Lage die Anwendbarkeit und Wirtschaftlichkeit der unterrichteten Fertigungsverfahren zur Fertigung verschiedenartiger Bauteile zu beurteilen. • können Studierende die Qualität von Bauteilen anhand von statistischen Kenngrößen bewerten. • sind Studierende in der Lage den Ablauf verschiedener Fertigungsprozesse durch die Berechnung relevanter Prozessparameter zu planen. Durch das Halten eines freiwilligen Vortrags • wird Studierenden die Möglichkeit gegeben ein nicht innerhalb der Vorlesung unterrichtetes Fertigungsverfahren hinsichtlich der Funktionsweise und des Anwendungsbereichs zu charakterisieren und dies zu präsentieren.					
Inhalte Im Rahmen der Lehrveranstaltung werden zunächst Anforderungen an moderne Produktionssysteme definiert. So wird ersichtlich, dass für ein erfolgreiches Bestehen im Wettbewerb Innovationen nicht nur im Produkt, sondern auch in den Herstellprozessen erforderlich sind. Die Lehrveranstaltung vermittelt deshalb einen umfassenden Überblick sowohl über bereits etablierte, als auch über neuartige innovative Fertigungsverfahren und aktuelle Trends in der Fertigung. Dabei werden insbesondere generative Fertigungsverfahren (Urformverfahren), unterschiedliche Massiv- und Blechumformverfahren, trennende Fertigungsverfahren (Zerspanung) ausführlich dargestellt. Darüber hinaus wird ein umfangreicher Einblick in die rasant wachsenden additiven Fertigungsverfahren wie dem 3D-Druck gegeben. Die Lehrveranstaltung beinhaltet neben den ingenieurwissenschaftlichen Aspekten dieser Fertigungsverfahren auch eine Vorlesung zur Qualitätssicherung in der Fertigung, um Aussagen über die Prozesssicherheit der Produktionsprozesse treffen zu können. Vorträge von Gastreferenten aus Industrie und Forschung zeigen praxisnahe Anwendungsbeispiele auf und ergänzen somit die Lehrveranstaltung. Im Zuge von Führungen durch die Lern- und Forschungsfabrik werden die Vorlesungsinhalte an realen Fertigungsanlagen demonstriert.					

Lehrformen / Sprache Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) / deutsch
Prüfungsformen • Klausur (150 Minuten) • Optionaler Gruppenvortrag zur Erreichung von Bonuspunkten (maximal 3 % Gesamtklausurpunkte) für die Klausur (20 Minuten, „Präsentationstermine werden am Anfang des Semesters bekanntgegeben“)
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits • Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur (Hinweis: Durch das Halten eines Gruppenvortrags können Bonuspunkte erworben werden)
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
Stellenwert der Note für die Endnote Wird ergänzt, wenn die Gewichtungsfaktoren feststehen .
Sonstige Informationen

Kommentiert [e1]: Noch zu erledigen (AH, MP?)

(16) Mechanik A					
Mechanics A					
Modul-Nr. 16	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester 3	Dauer 1 Semester	Gruppengröße Keine Einschränkung
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übungen			Kontaktzeit 4 SWS (60 h) 3 SWS (45 h)	Selbststudium 75 h 90 h	Turnus Jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Daniel Balzani, Prof. Dr. rer. nat. Klaus Hackl					
Teilnahmevoraussetzung -					
Lernziele/Kompetenzen Die Studierenden - sind mit den für die weiterführenden Lehrveranstaltungen wesentlichen Terminologien und Denkweisen hinsichtlich der Mechanik starrer Körper vertraut, - sind in der Lage, statische Gegebenheiten zu abstrahieren, auf das Wesentliche zu reduzieren und dieses Ergebnis mit den Methoden der Mathematik zu verarbeiten, - 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.					
Inhalte - Allgemeine Grundlagen: Physikalische Größen, Bezugssysteme, Eigenschaften von Körpern und Kräften, SI-Einheiten - Zentrale ebene und räumliche Kräftesysteme: Reduktion, Gleichgewicht - Allgemeine ebene und räumliche Kräftesysteme: Äquivalenzsätze für Kräfte, das Moment einer Kraft, Kräftepaar, Reduktion, Gleichgewicht - Allgemeines zur Kinetik: Grundbegriffe der Kinematik, Grundgesetz der Mechanik, Energiebetrachtungen - Metrische Größen von Körpern, Flächen, Linien: Momente vom Grade 0 und 1, Schwerpunkt, idealisierte Körper - Gestützte Körper: stat. best. Lagerung, Auflager-Reaktionen, Haftung und Reibung - Schnittgrößen: Schnittprinzip, Differentialbeziehungen für gerade Stäbe, Zustandslinien - Systeme von Körpern: kinemat. und stat. Bestimmtheit, Zustandslinien, Fachwerke - Energiemethoden in der Statik, Stabilität des Gleichgewichts - Spannungsbegriff und mehrdimensionale Spannungszustände					
Lehrformen / Sprache Vorlesung (3 SWS), Übung (4 SWS) / deutsch					
Prüfungsformen Klausur / 120 Minuten					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) entspricht Modul Mechanik A im BSc MB					
Stellenwert der Note für die Endnote 5 / 180					

Sonstige Informationen

(17) Grundlagen der Thermodynamik					
Fundamentals of Thermodynamics					
Modul-Nr. 17	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 3	Dauer 1 Semester	Gruppengröße Keine Einschränkung
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung mit Übung			Kontaktzeit 4 SWS (60 h)	Selbststudium 90 h	Turnus Jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. Roland Span					
Teilnahmevoraussetzung Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse aus den Modulen Mathematik I und II sowie Naturwissenschaftliche Grundlagen. Vorheriges Bestehen der entsprechenden Modulabschlussprüfungen ist nicht erforderlich.					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • können Studierende grundlegende Phänomene aus dem Bereich der Energieumwandlung erläutern, diskutieren und interpretieren, • können Studierende die Bedeutung von Stoffeigenschaften für technische Prozesse in Energie-, Heizungs-, Kälte-, und Klimatechnik erläutern, diskutieren und interpretieren, • 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, • können die Studierenden die Gestaltung von Maschinen, Anlagen und Prozessen mit Blick auf die Effizienz von Energieumwandlungsprozessen bewerten.					
Inhalte • Grundlagen der thermodynamischen Betrachtungsweise, Definition von Begriffen wie „System“ und „Prozess“. • Der 1. Hauptsatz der Thermodynamik als Energieerhaltungssatz. • Der 2. Hauptsatz der Thermodynamik und seine Bedeutung für Prozesse zur Energieumwandlung. • Einführung des Exergiekonzepts. • Thermodynamische Stoffdaten als Grundlage der meisten energie- und verfahrenstechnischen Berechnungen. • Rechts- und linksläufige Kreisprozesse als typisch energietechnische Anwendungen. • Betrachtung von einfachen Gemischen: ideale Gemische, feuchte Luft und ihre technischen • Anwendungen					
Lehrformen / Sprache Vorlesung (2 SWS), Übung (2 SWS) / deutsch					
Prüfungsformen • Klausur / 120 Minuten					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) entspricht Modul Grundlagen der Thermodynamik im BSc MB: • BSc. Maschinenbau, • BSc. Sales Engineering and Product Management,					

• BSc. Umweltingenieurwesen
Stellenwert der Note für die Endnote
5 / 180
Sonstige Informationen

Vertiefungsrichtung Modellierung und Simulation

.....

(18C) Computational Materials Science 1: Anwendungen und Software					
<i>Computational Materials Science 1: Applications and Software</i>					
Modul-Nr. 18C	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 4	Dauer 1 Semester	Gruppengröße Keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übungen			Kontaktzeit 2 SWS (30 h) 2 SWS (30 h)	Selbststudium 45 h 45 h	Turnus Jedes SoSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. Markus Stricker (Modulbeauftragter), alle Dozenten des ICAMS					
Teilnahmevoraussetzung keine					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • beherrschen Studierende verschiedene kommerzielle Softwarepakete zur Materialsimulation entsprechend deren Anwendungsspektrums • verstehen Studierende die Grundzüge der methodischen Grundlagen und können diese wiedergeben • 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).					
Inhalte 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: • VASP (Vienna Ab Initio Simulation Package) – Simulation elektronischer Strukturen und Quantenmolekulardynamik aus „first principles“ • LAMMPS (Large-scale Atomic/Molecular Massively Parallel Simulator) – Molekulardynamik und -statik von Festkörpern (Metalle, Halbleiter), weicher Materie (biologische Moleküle, Polymere), ... • ABAQUS – Finite Elemente Analyse nichtlinearer Probleme und lineare Dynamikanalysen • MathCalc – Simulation von Phasentransformation und Mikrostrukturentwicklung in metallischen Systemen (Mean-Field Approximation) • OpenPhase – Mikrostruktursimulationsuite für metallische Materialien: Erstarrung, Tempern, Mechanisches Testen (Full-Field Simulation)					
Lehrformen / Sprache Vorlesungen (2 SWS), Computerübungen (2 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen Mündliche Abschlussprüfung (30 min)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestehen der Modulabschlussprüfung: mündlichen Prüfung					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)					
Stellenwert der Note für die Endnote 5 / 180					
Sonstige Informationen					

(19C) Computational Materials Science II: Einführung in die Kontinuuumsmethoden					
<i>Computational Materials Science 2: Introduction to Continuum Methods</i>					
Modul-Nr. 19C	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übungen			Kontaktzeit 3 SWS (30 h) 1 SWS (15 h)	Selbststudium 45 h 45 h	Turnus Jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. Alexander Hartmaier					
Teilnahmevoraussetzung: keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls - kennen Studierende die wichtigsten Kontinuuumsmethoden zur Simulation von Materialverhalten. - verstehen Studierende den Zusammenhang zwischen physikalischen Erhaltungsgleichungen und der Simulation des Materialverhaltens - können Studierende einfache Modelle zur Beschreibung von Materialverhalten mathematisch formulieren und geeignete Methoden zur numerischen Lösung auswählen - können Studierende beispielhafte Probleme zur Beschreibung des Materialverhaltens mit Kontinuuumsmethoden analytisch oder numerisch lösen					
Inhalte - Einführung mathematischer Grundbegriffe, wie Felder, Vektoren, Tensoren - Mathematische Beschreibung stofflicher Systeme auf Basis von Erhaltungssätzen, wie Impuls- und Masseerhaltung - Ableitung partieller Differentialgleichungen (PDG) aus Erhaltungssätzen: Diffusionsgleichung, Navier-Stokes-Gleichung, Lamé-Navier-Gleichung - Interpretation der PDG als Anfangs-Randwertprobleme (ARP), Unterschiede zu gewöhnlichen Differentialgleichungen - Ansätze zur analytischen Lösung einfacher ARP (Diffusionsgleichung) - Numerische Methoden zur Lösung von allgemeinen ARP - Finite-Differenzen-Methode - Finite-Volumen-Methode - Finite-Elemente-Methode - Spektrallöser - Anwendungsbeispiele - Strömungsmechanik - Mechanisches Gleichgewicht im elastischen Festkörper - Schwingungen und Schallwellen - Diffusion - Phasenfeldmethode					
Lehrformen / Sprache Vorlesung (3 SWS), Übung (1 SWS), Gruppenseminarvortrag durch Studierende / Deutsch					
Prüfungsformen Klausur / 150 Minuten					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					

• Erreichen von mindestens 50% der Punkte in den Übungen • Abhalten eines Gruppenseminarvortrags
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) --
Stellenwert der Note für die Endnote: 5/180
Sonstige Informationen Literatur und weitere Unterlagen zur Vorlesung werden den Studierenden zur Verfügung gestellt.

(20C) Computational Materials Science 3: Einführung in die atomistischen Methoden					
<i>Computational Materials Science 3: Introduction to Atomistic Methods</i>					
Modul-Nr. 20C	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 6	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übungen			Kontaktzeit 3 SWS (45 h) 1 SWS (15 h)	Selbststudium 60 h 30 h	Turnus Jedes SoSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Dr. habil. Thomas Hammerschmidt					
Teilnahmevoraussetzung Material- und Festkörperphysik I					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • wissen Studierende um die atomistische Repräsentation der Struktur von Materialien • können Studierende die wichtigsten atomistischen Methoden zur Beschreibung der interatomaren Wechselwirkungen klassifizieren • erkennen Studierende den Zusammenhang zwischen interatomaren Wechselwirkungen und Materialeigenschaften • können Studierende verschiedene atomistische Simulationsmethoden vergleichen					
Inhalte • Bindungstypen im Periodensystem der Elemente • atomistische Modellierung von interatomaren Wechselwirkungen • atomistische Entsprechung der Aggregatzustände • Simulation von Festkörpern auf atomarer Skala • Zustandsgleichungen für Festkörper • atomistische Simulation von Phasenstabilität und Diffusion • dynamische Simulationen mit Molekulardynamik • statistische Simulationen mit Monte-Carlo Methoden • zeitabhängige Simulationen mit kinetischen Monte-Carlo Methoden • atomistische Berechnung thermodynamischer Zustandsgrößen					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (3 SWS), b) Übungen (1 SWS) / deutsch					
Prüfungsformen Klausur / 150 Minuten					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) keine					
Stellenwert der Note für die Endnote 5 / 180					
Sonstige Informationen					

(21C) Seminar in Materials Modeling (engl.)					
<i>Seminar Materials Modeling</i>					
Modul-Nr. 21C	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 6	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Seminar			Kontaktzeit 3 SWS (45 h)	Selbststudium 105 h	Turnus Jedes SoSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r PD Dr. habil. Rebecca Janisch					
Teilnahmevoraussetzung keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls können Studierende • sich selbstständig mit Hilfe von Literatur in Anwendungsbeispiele aus der Materialsimulation einarbeiten • die Beispiele und ihre zugrundeliegenden Methoden in einer Präsentation in englischer Sprache aufarbeiten und präsentieren • die Inhalte der Präsentation mit Mitstudierenden diskutieren					
Inhalte • Einführung in Tools und Strategien zur Literaturrecherche über aktuelle Themen der Materialwissenschaft • Selbstständiges Erarbeiten englischsprachiger Fachliteratur • Evaluation und Diskussion numerischer Methoden in Bezug auf ausgewählte materialwissenschaftliche Anwendungen • Wissenschaftlicher Vortrag					
Lehrformen / Sprache Einführungsvorlesung, begleitetes Selbststudium der Literatur, Seminarvorträge Sprache: Englisch					
Prüfungsformen Schriftlicher Bericht über die Literaturstudie					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Erfolgreiche Anfertigung des schriftlichen Berichts und Abhalten eines mündlichen Vortrags					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)					
Stellenwert der Note für die Endnote 5 / 180					
Sonstige Informationen: Literatur wird in der Vorlesung zur Verfügung gestellt.					

(PM1C) Modellierung von Diffusionsprozessen in Werkstoffen					
<i>Modelling of Diffusion Processes in Materials</i>					
Modul-Nr. PM1C	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übungen			Kontaktzeit 2 SWS (30 h) 2 SWS (30 h)	Selbststudium 30 h 60 h	Turnus Jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Dr. Julia Kundin					
Teilnahmevoraussetzung					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls - kennen Studierende die mathematischen Modelle der Diffusion - können Studierende numerische Methoden einsetzen, um Diffusionsprozesse in Metallen und Keramiken zu beschreiben - verstehen Studierende die physikalischen Zusammenhänge und können entsprechend eines Anforderungsprofils ein geeignetes Modell zur Problemlösung auswählen					
Inhalte - Einführungsveranstaltung - Grundlagen Diffusionsmechanismen - Arten der Diffusion - Brownsche Bewegung, Random Walk - Mathematische Grundlagen Diffusionsgleichung - Numerische Methoden für Diffusionsgleichung - Arrhenius-Gleichung und Diffusionskoeffizienten (Diffusivität) - Diffusion als eine Kopplung Mobilität und Thermodynamik - Wärmebehandlung - Experimente für Tracer-diffusion - Experimente für Bestimmung der Interdiffusionskoeffizienten - Mehrkomponenten-Diffusion - Bestimmung von Mobilitätskoeffizienten - Anwendung in DICTRA - Allgemeine Anwendung in der Technik					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS), b) Übung (2 SWS), E-Learning-Modul / Deutsch					
Prüfungsformen Abschlussbericht					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Positiv bewerteter Abschlussbericht					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen): -					
Stellenwert der Note für die Endnote 5 / 180					
Sonstige Informationen					

(PM2C) Oberflächen und Grenzflächen: Modelle, Prozesse, Eigenschaften					
<i>Surfaces and Interfaces: Models, Processes, Properties</i>					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
PM2C	5 CP	150 h	5	1 Semester	Keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übungen			Kontaktzeit 2 SWS (30 h) 2 SWS (30 h)	Selbststudium 30 h 60 h	Turnus Jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r PD habil. Dr. Rebecca Janisch					
Teilnahmevoraussetzung					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls - können die Studierenden einfache Strukturmodelle von Grenzflächen am Computer erstellen. - 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. - sind die Studierenden in der Lage, verschiedene Beschreibungsebenen von Grenzflächen (atomistisch, kontinuierlich) und ihre Anwendungsbereiche zu erläutern. - kennen die Studierenden die Zusammenhänge zwischen Grenzflächenprozessen auf der atomistischen Längenskala und makroskopischen, d.h. messbaren, Materialeigenschaften					
Inhalte 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: - atomistische Struktur und Kristallographie von Grenzflächen - Eigenschaftsvorhersagen mit einem Nächste-Nachbar-Bindungsmodell - Kontinuumsbeschreibungen von Grenzflächeneigenschaften - Stabilität und Anisotropie von Grenzflächen - Grenzflächenwachstum, Adsorption und Segregation - Atomistische Modellierung von Grenzflächen					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS), b) Übung (2 SWS) / Deutsch					
Prüfungsformen Mündliche Prüfung (30 Min)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits - Bestandene Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung - Erreichen von mindestens 50% der Punkte in den Übungen					

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

(PM3C) Einführung in die Calphad-Methode					
<i>Introduction into the Calphad Method</i>					
Modul-Nr. PM3C	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5	Dauer 1 Semester	Gruppengröße keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übungen			Kontaktzeit 2 SWS (30 h) 2 SWS (30 h)	Selbststudium 30 h 60 h	Turnus Jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. Fathollah Varnik					
Teilnahmevoraussetzung keine					
Lernziele/Kompetenzen By successful completion, the student will • be familiar with basic concepts of materials thermodynamics • understand phase equilibrium and the ways to shift it in favor of the one or the other phase • be able to access thermodynamic data bases (TDBs) and use them to construct Gibbs free energy models • have experience in using CALPHAD-tools (e.g. THERMOCALC) to access TBDs from within a simulation software such as OpenPhase • transfer the acquired knowledge to solve simple new problems in materials thermodynamics					
Inhalte • Phase equilibrium • Phase transformation and the fundamental role of thermodynamic functions such as Gibbs free energy for modelling materials properties • Usage of CALPHAD tools (e.g., THERMOCALC) in specific applications such as phase field simulations of microstructure evolution • Practical examples to demonstrate the methodology to solve simple problems in materials thermodynamics.					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS), b) Übung (2 SWS) / Englisch					
Prüfungsformen Klausur / 150 min					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits • Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur • Erreichen von mindestens 50% der Punkte in den Übungen					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen):-					
Stellenwert der Note für die Endnote 5/180					
Sonstige Informationen					

(PM4C) Data science with Python					
Modul-Nr. PM4C	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 6	Dauer 1 Semester	Gruppengröße Keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übungen			Kontaktzeit 2 SWS (30 h) 2 SWS (30 h)	Selbststudium 30 h 60 h	Turnus Jedes SoSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. Ralf Drautz Dr. Yury Lysogorskiy					
Teilnahmevoraussetzung Teilnahme an Materialinformatik, Fortgeschrittene Programmiermethoden					
Lernziele/Kompetenzen After successful completion of the course, the students are able - to use standard Python libraries for data manipulation - to access data in databases and to preprocess the data - to train and to validate machine learning models					
Inhalte - Python for data science: data manipulation and preprocessing - General tools and libraries - Accessing data sources - Structured query language (SQL) - Tools for materials informatics - Machine learning methods, overview and application: - Supervised learning (ex. mechanical properties of materials, experimental measurements classification, atomic configurations recognition) - Unsupervised learning (dimensionality reduction and clustering of complex datasets) - Active learning and Bayesian optimization - Overview of standard libraries and tools: numpy, scikit-learn, TensorFlow, Keras, hyperopt - Deep learning, neural networks, image recognition - Application of data science tool to materials science datasets					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS), b) Computerübungen (2 SWS) / English					
Prüfungsformen Abschlussbericht					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Positiv bewerteter Abschlussbericht					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen): -					
Stellenwert der Note für die Endnote 5 / 180					
Sonstige Informationen					

(PM5C) Berechnung von Materialeigenschaften auf der atomaren Skala					
<i>Computation of Material Properties on the Atomic Scale</i>					
Modul-Nr. PM5C	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 6	Dauer 1 Semester	Gruppengröße Keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übungen			Kontaktzeit 2 SWS (30 h) 2 SWS (30 h)	Selbststudium 30 h 60 h	Turnus Jedes SoSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. Ralf Drautz, Dr. Matous Mrovec					
Teilnahmevoraussetzung Teilnahme an an Material-/Festkörperphysik I und II Empfohlen: Programmierkenntnisse					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls - kennen Studierende die wichtigsten statischen Methoden zur Berechnung von Materialeigenschaften - können Studierende die wichtigsten dynamischen Methoden zur Berechnung von Materialeigenschaften beschreiben - verstehen Studierende den Zusammenhang zwischen experimentell messbaren Materialeigenschaften und deren Berechnung auf atomarer Skala					
Inhalte - Berechnung der atomaren Struktur von Festkörpern (Gitterkonstante, innere Freiheitsgrade), Algorithmen zur Strukturoptimierung - Berechnung der Bildungsenthalpie und Bestimmung der strukturellen Stabilität in Mehrkomponentensystemen - Vorhersage von Defekten (Punktdefekte, Grenzflächen) - Atomistische Berechnung der elastischen Konstanten - Berechnung der spezifischen Wärme - Simulationsverfahren zur Bestimmung der Schmelztemperatur - Berechnung von Diffusioneigenschaften aus atomistischen Simulationen - Grundlagen der Berechnung funktionaler Eigenschaften (Halbleiter, Magnetismus, Thermoelektrika, Supraleiter) - Dichtefunktionaltheorie, interatomare Potentiale - Software für die atomistische Simulation (Python, ASE, VASP, LAMMPS, und weitere)					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS), b) Computerübungen (2 SWS) / 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					
Sonstige Informationen					

(PM6C) Computational Mechanics of Materials					
Modul-Nr.	Credits	Workload	Semester	Dauer	Gruppengröße
PM6C	5 CP	150 h	6	1 Semester	Keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übungen			Kontaktzeit 2 SWS (30 h) 2 SWS (30 h)	Selbststudium 30 h 60 h	Turnus Jedes SoSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr. Alexander Hartmaier					
Teilnahmevoraussetzung Teilnahme an Modul CMS III: Kontinuuumsmethoden					
Lernziele/Kompetenzen After the successful completion of the module, students - Know the most important phenomenological models for mechanical behavior of materials - Understand the differences between elastic and plastic behavior and how each type of behavior can be described with the finite element model - Can use numerical finite element analysis to solve simple problems in mechanics of materials					
Inhalte - Introduction to mechanical material properties and basic concepts of solid mechanics - Introduction into the Finite Element Analysis (FEA) - Definition of elastic and plastic material behavior - Description of mechanical behavior in form of constitutive relations for stress and strain - Constitutive relations for elasticity and visco-elasticity - Constitutive relations for plasticity and visco-plasticity - Basic models for fracture and creep - Elastic and plastic behavior of single crystals - Mechanical behavior of polycrystals - Modeling of hardening mechanisms - Numerical examples with Python-based and commercial tools for FEA of elastic and plastic material behavior - Introduction to micromechanical modeling					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS), b) Computerübungen (2 SWS) / Englisch					
Prüfungsformen Mündliche Prüfung (30 Minuten)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits - Bestandene Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung - Erreichen von mindestens 50% der Punkte in den Übungen					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen): -					
Stellenwert der Note für die Endnote 5/180					
Sonstige Informationen Literatur und Vorlesungsunterlagen werden bereitgestellt.					

**Vertiefungsrichtung ,
Experimentelle Materialwissenschaft**

.....

(18E) Werkstoffwissenschaft					
<i>Materials Science</i>					
Modul-Nr. 18E 136330	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 4	Dauer 1 Semester	Gruppengröße 60 Studierende
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übung			Kontaktzeit 3 SWS (45h) 1 SWS (15h)	Selbststudium 45 h 45 h	Turnus Jedes SoSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler					
Teilnahmevoraussetzungen: 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.					
Lernziele/Kompetenzen Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage - mit dem erarbeiteten Grundlagenwissen die Eigenschaften verschiedener Werkstoffklassen zu analysieren, zu ordnen und zu beurteilen. - thermodynamische und kinetische Eigenschaften mit Blick auf den Einsatz in unterschiedlichsten technischen Systemen zu bewerten. - mikrostrukturelle und mechanische Eigenschaften von Werkstoffen zu beurteilen und mit der Lebensdauer von Komponenten in Beziehung zu setzen. - werkstoffwissenschaftliche Konzepte anzuwenden um Werkstoffe für bestimmte Anwendungen auszuwählen.					
Inhalte Dieses Modul behandelt den Zusammenhang zwischen der Herstellung, dem Aufbau und den Eigenschaften von Werkstoffen. Unter anderem werden folgende Themenbereiche behandelt: - Der amorphe und kristalline Aufbau fester Stoffe; Gitterfehler (wie Leerstellen, Versetzungen und Grenzflächen) als Elemente der Mikrostruktur von Werkstoffen - Thermodynamik und Kinetik der Entwicklung der Mikrostruktur von Werkstoffen (bei der Herstellung und beim Werkstoffeinsatz) - Zustandsdiagramme und die Natur von Triebkräften für Reaktionen in und an festen Stoffen - Atomare Beweglichkeit Festkörpern - physikalische Aspekte und quantitative phänomenologische Behandlung der Diffusion - 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 - Mechanische Eigenschaften, wobei werkstoffspezifische Aspekte und das Verstehen von elementaren Verformungs- und Schädigungsprozessen im Vordergrund stehen - Grundlagen der Elastizität, der Anelastizität, der Plastizität, der Bruchmechanik, der Ermüdung, des Kriechens und des Werkstoffverschleißes					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (3 SWS), b) Übung (1 SWS)/ deutsch					
Prüfungsformen Klausur / 180 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 Ein Skriptum zur Vorlesung ist vorhanden

(19E) Modul Werkstofftechnik					
<i>Materials Engineering</i>					
Modul-Nr. 19E	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5	Dauer 1 Semester	Gruppengröße 40 Studierende
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übung c) Praktikum			Kontaktzeit 2 SWS (30h) 1 SWS (15h) 1 SWS (15h)	Selbststudium a) 30 h b) 30 h c) 30 h	Turnus Jedes WiSe Jedes WiSe Jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr.-Ing. Sebastian Weber					
Teilnahmevoraussetzungen: keine					
Lernziele / Kompetenzen Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage, • vertieftes Grundlagenwissen aus dem Bereich der Werkstofftechnik auf technologische Problemstellungen zu übertragen und anzuwenden. • eine anforderungsgerechte Werkstoffauswahl insbesondere unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten durchzuführen. • Zusammenhänge zwischen Rohstoffvorkommen, Ressourcenverbrauch, sozialen Implikationen und Versorgungsrisiken herzustellen und zu bewerten. • einfache werkstofftechnische Untersuchungen mit wissenschaftlichen Laborgeräten durchzuführen und deren Ergebnisse zu interpretieren. • in Teamarbeit werkstofftechnisches Wissen zu diskutieren und Lösungen zu vorgegebenen Fragestellungen zu entwickeln.					
Inhalte 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 • Einführung in das Konzept der Nachhaltigen Entwicklung. • Diskussion der Rolle des Werkstoffingenieurs im Rahmen einer Nachhaltigen Entwicklung. • Rohstoffvorkommen, Energie- und Ressourcenbedarfe metallischer Halbzeuge und Endprodukte, vorwiegend behandelt am Beispiel von Fe- und Al-Basislegierungen • Berechnung von Indikatoren zur Bewertung von Versorgungsrisiken. • Betrachtung vereinfachter <i>life cycle assessments</i> mit einer Schwerpunktsetzung auf den Werkstoff- und Fertigungseinfluss. • Vorstellung und Diskussion fertigungsbedingter Stahlgefüge, vor allem unter Berücksichtigung industriell gebräuchlicher Urformverfahren, Methoden zur Änderung der Stoffeigenschaften und Ansätzen zur Prozesskettenoptimierung. • Vorstellung und Diskussion der Fertigung von Werkstoffen auf Aluminiumbasis mit Beispielen zu Knet- und Gusslegierungen sowie Ansätzen zur Prozesskettenoptimierung. • Besprechung ausgewählter Stahlgruppen für spezielle Beanspruchungen und Anforderungen: Bezeichnung, chemische Zusammensetzung, Fertigungsrouen, Energie- und Ressourcenbedarfe, Gefüge und Eigenschaften • Anwendungsbeispiele aus dem Maschinenbau einschließlich bereits etablierter und potentieller Ansätze für eine zirkuläre Wertschöpfung.					

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. 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.
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (2 SWS), b) Übungen (1 SWS), c) Gruppenarbeit im Praktikum (1 SWS) Sprache: Deutsch
Prüfungsformen Klausur / 180 Minuten
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits • Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur • Erstellung eines Laborberichts zum Praktikum (Studienleistung)
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen): Entspricht Modul 137480 in BSc MB
Stellenwert der Note für die Endnote 5/180 CP
Sonstige Informationen Die folgende Literatur wird für das Eigenstudium und zur Vertiefung der Lehrinhalte empfohlen: • Theisen/Berns, Eisenwerkstoffe, Springer-Verlag (digital verfügbar) • Ostermann, Anwendungstechnologie Aluminium, Springer-Verlag (digital verfügbar) • Ashby, Materials and Sustainable Development, Butterworth-Heinemann-Verlag

(20E) Werkstoffe und Fertigungsverfahren der Mikrosystemtechnik					
<i>Materials and fabrication methods in microsystem technology</i>					
Modul-Nr. 20E 136660	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5	Dauer 1 Semester	Gruppengröße --
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übung			Kontaktzeit 3 SWS (45h) 1 SWS (15h)	Selbststudium 45 h 45 h	Turnus Jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Alfred Ludwig					
Teilnahmevoraussetzungen: Es werden keine formalen Teilnahmevoraussetzungen gemacht. Die Vorlesung baut aber auf Grundlagenvorlesungen im Bereich Werkstoffe und Microengineering auf.					
Lernziele/ Kompetenzen - 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. - Die Studierenden können die mikrotechnischen Fertigungsverfahren und Werkstoffe unterscheiden und können die Vor- und Nachteile der jeweiligen Verfahren und Werkstoffe erklären. - Die Studierenden können für eine Anwendung die Fertigungsverfahren und Materialien auswählen und den Prozessablauf organisieren. - Die Studierenden können Anwendungsbeispiele von Mikrosystemtechnik benennen und können die Vorteile und Herausforderungen der Miniaturisierung erklären. - Im Rahmen der Übungen praktizieren die Studierenden wissenschaftliches Lernen und Denken und übertragen die Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen.					
Inhalte 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 - Überblick zu grundlegenden Konzepten und Technologien der Mikrosystemtechnik - Mikrotechnische Grundstrukturen und Fertigungsprozesse - Reinraumtechnologie - Photolithographie - Dünnschichttechnologie (additiv, subtraktiv) - Mikroelektronische Werkstoffe in Mikrosystemen - Strukturwerkstoffe der Mikrosystemtechnik - Silizium und seine Verbindungen - Siliziumätztechnik					

• Funktionswerkstoffe der Mikrosystemtechnik • Dreidimensionale Mikrostrukturierungsverfahren • Charakterisierungsverfahren für Mikrosysteme • Systemintegration, Aufbau- und Verbindungstechnik
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (3 SWS), b) Übung (1SWS) / deutsch
Prüfungsformen Klausur / 180 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

(21E) Modul Werkstoffeigenschaften					
<i>Material Characteristics</i>					
Modul-Nr./- 21E 135245	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5	Dauer 1 Semester	Gruppengröße --
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übung			Kontaktzeit 3 SWS (45h) 1 SWS (15h)	Selbststudium 45 h 45 h	Turnus Jedes WS
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Modulverantwortlicher: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler Lehrende: Dr. rer. nat. K. Neuking, Dr. rer. nat. S. Thienhaus					
Teilnahmevoraussetzungen: Es werden keine formalen Teilnahmevoraussetzungen gemacht. Die Vorlesung baut aber auf dem in den Grundvorlesungen vermittelten Stoff auf.					
Lernziele/Kompetenzen - Die Studierenden lernen wichtige Eigenschaften von Werkstoffen kennen und wie diese im Bereich der Materialwissenschaft genutzt werden. - Es werden die notwendigen naturwissenschaftlichen Grundlagen der wichtigsten Werkstoffeigenschaften vermittelt. - Die Studierenden werden befähigt, nach dem Stand der Technik geeignete Verfahren zur Messung einer bestimmten Werkstoffeigenschaft auszuwählen und darüber hinaus verfahrensspezifische Hintergründe zu verstehen. - Sie erlernen Fachvokabular, kennen aktuelle Anwendungsbeispiele und können diese analysieren. - Im Rahmen der Übungen praktizieren die Studierenden wissenschaftliches Lernen und Denken und übertragen die Erkenntnisse/Fertigkeiten auf konkrete und neue Problemstellungen.					
Inhalte 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. - Ausgehend von den naturwissenschaftlichen Grundlagen (Atombau, Quantenmechanik) werden systematisch die sich daraus ergebenden Werkstoffeigenschaften (z. B. Radioaktivität, Piezoeffekt, Seebeckeffekt, Röntgenstrahlung etc.) entwickelt. - Dies geschieht immer vor dem Hintergrund einer Anwendung dieser Eigenschaft in der Materialwissenschaft oder Technik (z. B. Mößbauer-Spektroskopie, Kraftsensoren, Thermoelemente, EDX-Analyse etc.). - 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.					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (3 SWS), b) Übung (1 SWS) / 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

(PM1E) Laseranwendungen in der Materialforschung und Mikrotechnik					
<i>Laser applications in materials research and microengineering</i>					
Modul-Nr. PM1E 137650	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5	Dauer 1 Semester	Gruppengröße
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übung			Kontaktzeit 3 SWS (45h) 1 SWS (15h)	Selbststudium 60 h 45 h	Turnus Jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Prof. Dr.-Ing. habil. Andreas Ostendorf / Prof. Dr.-Ing. Cemal Esen					
Teilnahmevoraussetzung keine					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • sind die Studierenden in der Lage, die besonderen Eigenschaften des Lasers nachzuvollziehen und diese für die verschiedenen Anwendungen zu bewerten. • kennen die Studierenden die physikalischen Prinzipien der verschiedenen spektroskopischen Verfahren und können diese den geeigneten Anwendungsbereichen zuordnen • kennen die Studierenden die unterschiedlichen Anwendungsgebiete der Laser im Bereich der Mikrotechnik und können die verschiedenen Prozesse verstehen und theoretisch anwenden • sind die Studierenden in der Lage, die unterschiedlichen Laserstrahlquellen hinsichtlich ihrer Eigenschaften zu unterscheiden und für eine konkrete Aufgabenstellung die richtige Quelle auszuwählen.					
Inhalte • Grundlagen der Optik • Lasergrundlagen • Spektroskopische Methoden • Generative Verfahren und Zwei-Photonen-Polymerisation • Nanopartikelsynthese durch Laserablation • Mikrostrukturierung • Mikrooptik • Optische Datenspeicherung					
Lehrformen / Sprache a) Vorlesung (3 SWS), b) Übung (1 SWS) / deutsch					
Prüfungsformen Mündliche Prüfung / 30 Minuten					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: mündliche Prüfung					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)					
Stellenwert der Note für die Endnote 5/180 CP					
Sonstige Informationen					

(PM2E) Modul Leichtmetalle und Verbundwerkstoffe					
<i>Light Metals and Composite Materials</i>					
Modul-Nr. PM2E 136340	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 6	Dauer 1 Semester	Gruppengröße 10 Studierende (ca.)
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung Leichtmetalle b) Vorlesung Verbundwerkstoffe			Kontaktzeit 2 SWS (30 h) 2 SWS (30 h)	Selbststudium 45 h 45 h	Turnus Jedes SoSe Jedes SoSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulverantwortliche/r: Prof. Dr. Alexander Hartmaier Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Birgit Skrotzki, Prof. Dr. Alexander Hartmaier					
Teilnahmevoraussetzungen:					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls, - kennen Studierende die werkstoffwissenschaftlichen Grundlagen der Leichtmetalle und Verbundwerkstoffe. - verstehen Studierende die Legierungskonzepte und die Verfestigungsmechanismen von Leichtmetallen sowie die Designkonzepte von Verbundwerkstoffen. - kennen Studierende exemplarisch den Stand moderner Forschung, Anwendungsbeispiele und verfügen über ein entsprechendes Fachvokabular. - wenden Studierende ihre Kenntnisse an, um eine geeignete Leichtmetalllegierung für einen bestimmten Anwendungs-/Belastungsfall auszuwählen.					
Inhalte: a) - Vermittlung von werkstoffwissenschaftlichen Grundlagen der Leichtmetalle Aluminium, Magnesium, Titan und ihrer Legierungen (Herstellung und Verarbeitung, mikrostruktureller Aufbau, mechanische Eigenschaften, Widerstand gegen Korrosion, Verbindungstechniken) - Erläuterung von Strategien der Legierungsentwicklung (naturharte bzw. aushärtbare Legierungen) - Vorstellung prominente Legierungsvertreter (wie etwa Al 7075 und TiAl6V4) und ihre typischen Einsatzgebiete wie z. B. in der Luftfahrt oder im Verkehrswesen b) - Einführung in das Konzept der Verbundwerkstoffe durch Kombination von Eigenschaften verschiedenartiger Werkstoffe (meist: duktile Matrix und hochfeste, spröde Hartphase) zum Einstellen maßgeschneiderter Werkstoffeigenschaften - Besprechung der räumlichen Anordnung der Komponenten des Verbundwerkstoffs und deren chemische, mikrostrukturelle und mikromechanische Wechselwirkungen - Ableitung der Eigenschaften von Verbundwerkstoffen mit Blick auf Herstellung und Einsatzgebiete (insbesondere im Leichtbau für die Luft- und Raumfahrt)					
Lehrformen / Sprache a) und b) Vorlesung (4 SWS), zusätzlichen Hörsaalübungen, Gruppenseminar / Deutsch					
Prüfungsformen Klausur / 120 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

(PM3E) Modul Elektronenmikroskopie und Röntgenbeugung					
<i>Electron Microscopy and X-Ray Diffraction</i>					
Modul-Nr. PM3E 136375	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 6	Dauer 1 Semester	Gruppengröße 30 Studierende
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übung			Kontaktzeit 3 SWS (45h) 1 SWS (15h)	Selbststudium 45 h 45 h	Turnus Jedes SoSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler Lehrende: Dr. rer. nat. C. Somsen					
Teilnahmevoraussetzungen: keine					
Lernziele/Kompetenzen Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage, • unterschiedliche Beugungsmethoden anzuwenden, um (einfache) Kristallstrukturen und deren Gitterparameter zu bestimmen. • Beugungsdaten zu analysieren, um evtl. Texturen und Eigenspannungen zu ermitteln. • Einkristall-Beugungsdaten zu analysieren, um kristallographische Orientierungen zu ermitteln. • Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen zu beurteilen und Elemente der Mikrostruktur zu bewerten. • die stereographische Projektion anzuwenden, um hiermit z.B. die Lage von kristallographischen Richtungen zu analysieren.					
Inhalte Dieses Modul vermittelt die Grundlagen der Elektronenmikroskopie und Röntgenbeugung und wird durch praktische Übungen ergänzt. Insbesondere wird ein Hauptaugenmerk gelegt auf folgende Themenbereiche: • Grundlagen im Bereich der Kristallographie, wie der Aufbau kristalliner und amorpher Stoffe, Bravais-Gitter, das reziproke Gitter und die stereographische Projektion • Erzeugung und Eigenschaften von Strahlung • Grundprinzipien der Röntgendiffraktometrie und der Rasterelektronenmikroskopie, wobei auf das Verständnis der Wechselwirkung zwischen Teilchenstrahlen bzw. elektromagnetischer Strahlung und Festkörpern Wert gelegt wird • Beugungsmethoden, wie Laue-Verfahren, Debye-Scherrer Verfahren und Pulverdiffraktometrie • Identifikation und chemische Analyse von Phasen • Quantitative Beschreibung von Werkstoffgefügen, insbesondere das Bestimmen von Texturen, oder von Eigenspannungen und von Bestandteilen der Mikrostruktur von Werkstoffen					
Lehrformen / Sprache Vorlesung mit Übung / 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 Ein Skriptum zur Vorlesung ist vorhanden

(PM4E) Modul Polymere Werkstoffe und Formgedächtnislegierungen					
<i>Polymers & Shape Memory Alloys</i>					
Modul-Nr. PM4E 136240	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 6	Dauer 1 Semester	Gruppengröße 30 Studierende
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung Polymere Werkstoffe b) Vorlesung Formgedächtnislegierungen			Kontaktzeit 2 SWS (30h) 2 SWS (30h)	Selbststudium a) 45 h b) 45 h	Turnus Jedes SoSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler Lehrende: Dr. rer. nat. K. Neuking, Dr.-Ing. Burkhard Maaß					
Teilnahmevoraussetzungen:					
Lernziele/Kompetenzen Die Studierenden sind nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls in der Lage, • mechanische Eigenschaften von polymeren Werkstoffen zu analysieren und daraus Kennwerte zu ermitteln. • Verständnis für den atomistischen Aufbau von Polymeren zu entwickeln und die Polymerwerkstoffgruppen zu erklären. • Umwandungsverhalten von FGL zu analysieren und daraus z.B. martensitische Umwandlungstemperaturen zu ermitteln. • Verständnis vom Einsatzbereich der FGL und Zuordnung von FGL hinsichtlich Materialklassen zu entwickeln.					
Inhalte 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: • Einführung in das Gebiet der polymeren Werkstoffe und schlägt dabei die Brücke vom atomaren Aufbau über die Morphologie der Kunststoffe bis zum Bauteil • Mechanische Eigenschaften der polymeren Werkstoffe • Einige prominente Vertreter der polymeren Werkstoffe werden vorgestellt (unter anderem PE, PP, PS, PMMA) • Umweltproblem (Mikroplastik) 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: • Übersicht über die bekannten adaptiven Materialien und deren Eigenschaften sowie Einsatzbereiche • Grundlagen der martensitischen Umwandlung sowie der Formgedächtniseffekte • Herstellung und Verarbeitungstechnologie der FGL • Beispiele werden vorgestellt, die im Sonderforschungsbereich 459 (Formgedächtnistechnik) erarbeitet wurden					
Lehrformen / Sprache a) und b) Vorlesung (4 SWS) / 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

(PM5E) Materials Processing: Beschichtungstechnik und Pulvermetallurgie					
<i>Materials Processing: Coating Technology and Powder Metallurgy</i>					
Modul-Nr. PM5E 135511	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5	Dauer 1 Semester	Gruppengröße 20 Studierende
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung Beschichtungstechnik b) Vorlesung Pulvermetallurgie			Kontaktzeit 2 SWS (30h) 2 SWS (30h)	Selbststudium 45 h 45 h	Turnus Jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Sebastian Weber Lehrende: Prof. Dr. Robert Vaßen, Prof. Dr. Martin Bram					
Teilnahmevoraussetzungen:					
Lernziele/ Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden folgende fachspezifischen/inhaltlichen Kompetenzen: - Die Studierenden kennen wesentliche Beschichtungsverfahren und Beschichtungswerkstoffe. Sie verstehen deren physikalische und chemische Grundlagen, sowie die wesentlichen Versagens- und Alterungsmechanismen. - 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. - 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. ... fachübergreifende/generische Kompetenzen: - 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. - Die Studierenden besitzen eine interdisziplinäre Methodenkompetenz, die eine umfassende Bewertung technischer Fragestellungen unter Berücksichtigung physikalischer und chemischer Grundlagen ermöglicht.					
Inhalte a) Beschichtungstechnik 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) Pulvermetallurgie					

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

(PM6E) Modul Werkzeugtechnologie 1 + 2					
<i>Tooling</i>					
Modul-Nr. PM6E 135178 138287	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5	Dauer 2 Semester	Gruppengröße Max. 20 Studierende
Lehrveranstaltung(en) a) VL Werkstofftechnologie 1 b) VL Werkstofftechnologie 2			Kontaktzeit 2 SWS (30h) 2 SWS (30h)	Selbststudium 45 h 45 h	Turnus a) Jedes WiSe b) Jedes SoSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Sebastian Weber Lehrende: Prof. Dr.-Ing. Christoph Escher					
Teilnahmevoraussetzungen:					
Lernziele /Kompetenzen Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls besitzen die Studierenden • 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. • die Kompetenz, geeignete Werkzeugauslegungen in Abhängigkeit von der Anwendung durchzuführen und Ihre Entscheidung zu begründen. • exemplarisch das Wissen über den Stand moderner Fertigungsverfahren, Anwendungsbeispiele und entsprechendes Fachvokabular.					
Inhalte 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.					
Lehrformen/ Sprache Blockseminar mit praktischer Übung / deutsch					
Prüfungsformen Klausur (150 Minuten) oder mündliche Prüfung (30 Minuten) Die Prüfungsform wird jeweils zu Beginn des Semesters festgelegt.					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Modulabschlussprüfung: Klausur oder mündliche Prüfung					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)					
Stellenwert der Note für die Endnote 5/180 CP					
Sonstige Informationen					

(PM7E) Modul Werkstoffrecycling					
<i>Materials Recycling</i>					
Modul-Nr. PM7E 137400	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5	Dauer 1 Semester	Gruppengröße 50 Studierende
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Übung			Kontaktzeit 3 SWS (45h) 1 SWS (15h)	Selbststudium 45 h 45 h	Turnus Jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Modulverantwortliche/r: Prof. Dr.-Ing. Gunther Eggeler Lehrende: apl. Prof. Dr.-Ing. Jan Frenzel					
Teilnahmevoraussetzungen: Für die Teilnahme sind keine Voraussetzungen zu erfüllen. Grundlagen zur Herstellung bestimmter Werkstoffe (z.B. Hochofenprozess und Aluminium-Schmelzflusselektrolyse) werden kurz wiederholt.					
Lernziele/ Kompetenzen Die Studierenden haben nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls folgende Kompetenzen erworben: • Sie verstehen das Werkstoffrecycling als wichtiges Element nachhaltiger Ingenieurarbeit, zugehörige Prozesse und Methoden. • 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. • Prozessketten und Kreisläufe bei der Herstellung verschiedener Produkte können bewertet und mit konkreten Fallbeispielen verglichen werden. • In aktuellen Fachzeitschriften veröffentlichte Artikel zum Recycling können verstanden werden. Die Studierenden können ein entsprechendes Fachvokabular nutzen. • Wichtige aktuelle ökologische Entwicklungen und Trends bei der Gewinnung von Rohstoffen sind bekannt und können von den Studierenden bewertet werden. • Die Verfügbarkeit/Knappheit bestimmter Rohstoffe kann anhand gängiger Parameter analysiert werden.					
Inhalte Das Recycling technologisch relevanter Ingenieurswerkstoffe 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.

(26) Technisches Englisch					
<i>Technical English</i>					
Modul-Nr. 26	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 4	Dauer 1 Semester	Gruppengröße Keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Sprachunterricht			Kontaktzeit 4 SWS (60h)	Selbststudium a) 90 h	Turnus Sommersemester
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulverantwortlicher: Alexander Hartmaier Lehrende: Dozenten des Zentrum für Fremdsprachen Ausbildung (ZFA)					
Teilnahmevoraussetzung Keine					
Empfohlene Vorkenntnisse: Englische Sprachkenntnisse auf Abiturniveau					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • können Studierende authentischen Vorlesungen und Vorträgen zu folgen. Sie können wissenschaftliche Fachliteratur je nach individuellem sprachlichem Niveau global bzw. relativ detailliert verstehen. • 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 • verfügen Studierende über die Fähigkeit, situativ englische Fachgespräche in berufsähnlichen Kontexten zu führen • können Studierende englischsprachige Video- und Telekonferenzen, Telefongespräche und Small Talk sprachlich relativ sicher meistern • sind Studierende in der Lage, formelle und informelle berufsbezogene englischsprachige Texte zu verfassen					
Inhalte • Hörverstehen • Leseverstehen • Mündlicher Ausdruck • Schriftlicher Ausdruck • Fachvokabular					
Lehrformen / Sprache Sprachunterricht (4 SWS) /englisch					
Prüfungsformen Klausur + mündliche Prüfung					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Bestandene Prüfungen					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Keine					
Stellenwert der Note für die Endnote 5/180					
Sonstige Informationen Bei erfolgreichem Bestehen kann ein B2 Zertifikat ausgestellt werden.					

(27) Nicht-MINT Modul					
Modul-Nr. 27	Credits 4 CP	Workload 150 h	Semester 4	Dauer 1 Semester	Gruppengröße Keine Einschränkung
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!					
Stellenwert der Note für die Endnote 4/180					

(28) Wissenschaftliches Schreiben und Projektarbeit					
<i>Scientific writing and project work</i>					
Modul-Nr. 28	Credits 8 CP	Workload 240 h	Semester 5	Dauer 1 Semester	Gruppengröße Keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Vorlesung b) Projektarbeit			Kontaktzeit 1 SWS (15h) 1 SWS (15h)	Selbststudium 30 h 180 h	Turnus a + b jedes WiSe
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulverantwortlicher: Alexander Hartmaier Lehrende: Dozenten des Studienganges					
Teilnahmevoraussetzung 75/88 CP aus den Pflichtmodulen der Semester 1-3 erreicht.					
Empfohlene Vorkenntnisse: Kenntnisse der zuvor vermittelten materialwissenschaftlichen Methoden					
Lernziele/Kompetenzen Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • können Studierende eine materialwissenschaftliche Fragestellung entlang gegebener Arbeitspakete eigenständig bearbeiten • sie entwickeln Lösungsstrategien aus zuvor erlernten Methoden • praktizieren Studierende erste Ansätze wissenschaftlichen Lernens und Denkens • können Studierende Ergebnisse aus Forschungsaktivitäten dokumentieren, auswerten und in einem schriftlichen Bericht zusammenfassen					
Inhalte • Einführung in die Standards guter wissenschaftlicher Praxis • Einführung in das wissenschaftliche Schreiben • Literaturrecherche, Zitate • Einführung in die Projektplanung • Praktische Bearbeitung einer materialwissenschaftlichen Fragestellung in gegebener Zeit • Anwendung erlernter Methoden aus vorherigen Modulen • Schriftliche Dokumentation und Präsentation der Ergebnisse					
Lehrformen / Sprache Vorlesung (1 SWS), Blockveranstaltung zu Beginn des Semesters, 2 weitere begleitende Termine im Semester /deutsch praktische Projektbearbeitung					
Prüfungsformen Schriftlicher Projektbericht (20-40 Seiten), Sprache: deutsch oder englisch					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Positiv bewerteter Projektbericht					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Keine					
Stellenwert der Note für die Endnote 8/180					
Sonstige Informationen					

(29) Modul Bachelorarbeit					
<i>Bachelor Thesis</i>					
Modul-Nr. 29	Credits 12 CP	Workload 360 h	Semester 6	Dauer 1 Semester	Gruppengröße Keine Einschränkung
Lehrveranstaltung(en) a) Abschlussarbeit			Kontaktzeit a) ./.	Selbststudium a) 360 h (mit Betreuung)	Turnus kontinuierlich
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende/r Modulverantwortlicher: Andreas Kilzer Betreuung: jede habilitierte oder berufene Lehrperson der Fakultät für Maschinenbau					
Teilnahmevoraussetzung Erfolgreich abgeschlossene Module im Umfang von 140 CP, darunter alle Module aus dem Bereich Mathematisch-/Naturwissenschaftliche Grundlagen und Materialwissenschaftliche Grundlagen.					
Lernziele/Kompetenzen 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: • Die Studierenden praktizieren wissenschaftliches Lernen und Denken. • Die Studierenden wenden fachübergreifende ggf. interdisziplinäre Methodenkompetenz an. • 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.					
Inhalte 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.					
Lehrformen / Sprache Betreute Forschungsarbeit / deutsch oder englisch					
Prüfungsformen Abschlussarbeit (40-80 Seiten), Sprache: deutsch oder englisch					
Voraussetzungen für die Vergabe von Credits Positiv bewertete Abschlussarbeit					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Keine					
Stellenwert der Note für die Endnote: 12/180					

Sonstige Informationen
