



# Modulhandbuch

## M.Sc. Materialwissenschaft und Werkstofftechnik

Verantwortliche Fakultät

Naturwissenschaftlich-Technische Fakultät

Verantwortliche Fachrichtung

Materialwissenschaft und Werkstofftechnik

Fassung vom

18.11.2022

Auf Grundlage der Studienordnung vom

27.04.2023

## Inhalt

1. Übersicht über die Studienphasen und Module.....	4
Allgemeine Pflichtmodule.....	4
Module des Vertiefungspflichtbereichs Materialwissenschaft.....	4
Module des Vertiefungspflichtbereichs Werkstofftechnik .....	5
Wahlpflichtmodule .....	5
Module und Elemente des Wahlbereichs.....	6
Master Arbeit.....	7
2. Inhalte und (Qualifikations-)Ziele des Studiengangs.....	8
Studiengangsziele/ Lernziele.....	8
Fachspezifische Kompetenzen .....	8
Fachübergreifende Kompetenzen .....	9
Berufsfeldspezifische Kompetenzen .....	9
3. Modulbeschreibungen Allgemeine Pflichtmodule .....	10
Methodik 2 .....	10
Materialphysik 2 .....	12
Seminare und Praktikum.....	14
Beugungsverfahren .....	16
Computersimulationen für Materialphysiker.....	18
Funktionswerkstoffe Vertiefung .....	20
Kontinuumsmechanik.....	21
Materialmodellierung.....	22
Mikroskopie 1 .....	23
4. Module des Vertiefungspflichtbereichs Werkstofftechnik.....	25
Fertigungsverfahren.....	25
Keramiktechnologie .....	27
Laserbehandlung.....	29
Leichtbausysteme .....	31
Polymerwerkstoffe.....	32
5. Wahlpflichtmodule.....	34
3D-Analyse von Mikro- und Nanostrukturen.....	34
Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 1.....	36

---

Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 2.....	38
Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 3.....	39
Amorphe Metalle .....	40
Energietechnik.....	42
Fortgeschrittene Mechanik.....	44
Hybridmaterialien .....	46
Mikromechanik .....	49
Mikroskopie 2.....	51
Physikalische Akustik.....	53
Polymeranwendung.....	55
Spezialisierung Mechanik .....	57
Stahlanwendung.....	59
Theoretische Materialphysik.....	61
Master Arbeit.....	63
6. Beispielhafter Studienverlaufsplan.....	64

# 1. Übersicht über die Studienphasen und Module

## Allgemeine Pflichtmodule

Semester	Modul	Modulelement	CP	SWS
1	Methodik 2	VL: Methodik 2	3	2
		Ü: Methodik 2 I	1	1
		P: Methodik 2 I	1	1
2	Materialphysik 2	VL: Grenzflächen- und Mikrostrukturphysik	4	3
		Ü: Grenzflächen- und Mikrostrukturphysik	1	1
3	Seminare und Praktikum	S: Seminar MWWT 1	2	1
		S: Seminar MWWT 2	2	1
		P: Praktikum MWWT	4	3
4	Abschlussarbeit	P: Master-Arbeit	30	

## Module des Vertiefungspflichtbereichs Materialwissenschaft

Semester	Modul	Modulelement	CP	SWS
3	Beugungsverfahren	VL: Beugungsverfahren	3	2
		Ü: Beugungsverfahren	1	1
		P: Beugungsverfahren	1	1
3	Computersimulationen für Materialphysiker	VL: Computersimulationen für Materialphysiker	3	2
		Ü: Computersimulationen für Materialphysiker	3	2
2	Funktionswerkstoffe Vertiefung	VL: Funktionswerkstoffe Vertiefung	3	2
		Ü: Funktionswerkstoffe Vertiefung	1	1
3	Kontinuumsmechanik	VL: Kontinuumsmechanik	3	2
		Ü: Kontinuumsmechanik	1	1
3	Materialmodellierung	VL: Materialmodellierung	3	2
		Ü: Materialmodellierung	1	1
3	Mikroskopie 1	VL: Methodik 3 hochauflösende Mikroskopieverfahren I	3	2
		Ü: Methodik 3 hochauflösende Mikroskopieverfahren I	1	1
		VL: Methodik 4 hochauflösende Mikroskopieverfahren II	3	2

## Module des Vertiefungspflichtbereichs Werkstofftechnik

Semester	Modul	Modulelement	CP	SWS
3	Fertigungsverfahren	VL: Spanende und abtragende Fertigungsverfahren	3	2
		VL: Feinbearbeitungstechnologien	3	2
2	Keramiktechnologie	VL: Glasanwendungen	3	2
		VL: Hochleistungskeramik	3	2
2	Laserbehandlung	VL: Laser Theorie	3	2
		VL: Laser Anwendung	3	2
3	Leichtbausysteme	VL: Leichtbausysteme 1	3	2
		VL: Leichtbausysteme 2	3	2
2	Polymerwerkstoffe	VL: Polymerwerkstoffe 3	3	2
		VL: Polymerwerkstoffe 4	3	2

## Wahlpflichtmodule

Semester	Modul	Modulelement	CP	SWS
2	3D-Analyse von Mikro- und Nanostrukturen	VL: 3D-Analyse I - Grundlagen	3	2
		VL: 3D-Analyse II - fortgeschrittene Methoden	3	2
1	Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 1	VL: Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 1	3	2
		Ü: Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 1	1	1
2	Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 2	VL: Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 2	3	2
		Ü: Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 2	1	1
3	Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 3	VL: Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 3	3	2
		Ü: Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 3	1	1
2	Amorphe Metalle	VL: Amorphe Metalle	3	2
		VL: Kinetik amorpher Systeme	3	2
2	Energietechnik	VL: Elektrochemie	3	2
		VL: Werkstoffe für effiziente Energienutzung	3	2
		P: Praktikum Materialien und Systeme der Energietechnik	4	4
2	Fortgeschrittene Mechanik	VL: Numerische Mechanik	3	2
		Ü: Numerische Mechanik	1	1
		VL: Strömungsmechanik	3	2
		VL: Analytische Mechanik	3	2

Semester	Modul	Modulelement	CP	SWS
3	Hybridmaterialien	VL: Hybridmaterialien und Nanokomposite	3	2
		VL: Smart Polymers	2	1
		VL: Functional Coatings	3	2
		VL: Aspekte des chemischen Materialdesigns	2	1
3	Mikromechanik	VL: Methodik 5 Bruchmechanik	3	2
		Ü: Methodik 5 Bruchmechanik	1	1
		VL: Methodik 6 Mikrostrukturmechanik und Schädigungsmechanismen	3	2
2	Mikroskopie 2	VL: Methodik 7 Nano- und mikromechanische Messmethoden	3	2
		VL: Methodik 9 Anwendungen der Rasterkraftmikroskopie	3	2
3	Physikalische Akustik	VL: Physikalische Akustik 1	3	2
		VL: Physikalische Akustik 2	1	1
		Ü: Physikalische Akustik 2	1	1
3	Polymeranwendung	VL: Kautschuktechnologie	3	2
		VL: Polymere Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde	3	2
3	Spezialisierung Mechanik	VL: Finite Elemente in der Mechanik	3	2
		Ü: Finite Elemente in der Mechanik	1	1
		VL: Experimentelle Mechanik	3	2
		Ü: Experimentelle Mechanik	1	1
3	Stahlanwendung	VL: Herstellung und Verarbeitung von Grobblechen	3	2
		VL: Fügetechnik	3	2
2	Theoretische Materialphysik	VL: Theoretische Materialphysik	3	2
		Ü: Theoretische Materialphysik	2	2

### Module und Elemente des Wahlbereichs

Semester	Modul	Modulelement	CP	SWS
3	Module der nicht gewählten Vertiefung	Elemente der Vertiefungspflichtmodule		
3	Schlüsselkompetenzen (max. 4 CP)	Elemente der Schlüsselkompetenzen		
3	Anerkannte Leistungen	Nicht zugeordnete Leistungen nach Auslandsaufenthalt oder Wechsel des Studiengangs bzw. Studienorts		

## Master Arbeit

Semester	Modul	Modulelement	CP	SWS
4	Master Arbeit	P: Master Arbeit	30	

## 2. Inhalte und (Qualifikations-)Ziele des Studiengangs

### Studiengangsziele/ Lernziele

Der Studiengang Materialwissenschaft und Werkstofftechnik ist ein stärker forschungsorientierter Master-Studiengang, der konsekutiv auf dem Bachelor-Studiengang Materialwissenschaft und Werkstofftechnik aufbaut. Er vermittelt den Studierenden, aufbauend auf den soliden natur- und ingenieurwissenschaftlichen Grundlagen des Bachelor-Studiums Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, eine technisch-wissenschaftliche Spezialisierung. Die Gewichtung der technischen und wissenschaftlichen Aspekte wird durch die Wahl der Vertiefungsrichtungen Materialwissenschaft oder Werkstofftechnik von den Studierenden gestaltet.

Die Vertiefung Materialwissenschaft liefert den Einstieg in methodische Techniken der Werkstoffcharakterisierung, der Modellierung und der Simulation, die durch eine erweiterte Betrachtung der materialspezifischen Eigenschaften und Verarbeitungstechnologien ergänzt werden.

Die Vertiefung Werkstofftechnik betrachtet insbesondere technologische Aspekte der Werkstoffentwicklung, der Fertigungstechnik mit neuen Herstellungs- und Bearbeitungsverfahren und die Erschließung neuer Anwendungsgebiete, die durch eine erweiterte Betrachtung der methodischen und theoretischen Fachgebiete ergänzt werden.

Durch die konsequente Verfolgung des Wirkprinzips von Herstellung und Bearbeitung auf die Mikrostruktur der Werkstoffe und des bestimmenden Einflusses dieses Gefüges auf die Werkstoffeigenschaften einerseits und der Analyse des Werkstoffzustandes und seiner Modellierung andererseits wird das Verständnis für die Prozesskette in der Entstehung eines Produktes gestärkt. Die komplementäre Betrachtung beinhaltet die Aspekte der systematischen Planung, der Fertigungsverfahren, der Produktionssteuerung und der ökonomischen und gesellschaftlichen Randbedingungen. Die Betonung der Wahlmöglichkeiten in der Organisation des Studiums und die Vielfalt der bearbeiteten Gebiete in Projekten, Praktika und Seminaren fordern und fördern die Fähigkeit zum selbständigen Einarbeiten in neue Themengebiete und eine effektive Arbeitsorganisation. Die Betonung der Wahlmöglichkeit wird sowohl durch die Bereitstellung der Vertiefungsrichtungen als auch durch ein umfangreiches Angebot wählbarer Module realisiert. Dadurch wird den Studierenden die Möglichkeit geboten, ihr Studium individuell zu gestalten und aus dem Lehrangebot die optimale Auswahl zu treffen und je nach wissenschaftlichen Interessen zu organisieren. Unterstützend wird in der Literaturliteraturwahl und der Durchführung von Seminaren und Präsentationen auf Mehrsprachigkeit geachtet.

### Fachspezifische Kompetenzen

Die Forschungsaktivitäten der Arbeitskreise spielen mit an vorderster Front in Gebieten wie der Werkstoffphysik, der Thermodynamik und Kinetik ungeordneter Systeme, der fortschrittlichen Untersuchungsmethoden, der Modellierung und Simulation des Werkstoffverhaltens sowie der Technologie der Grenzflächen, des Maßschneiderns neuer Werkstoffe und der modernen, hochpräzisen Fertigungsverfahren. Die Aktivitäten der zur Universität des Saarlandes gehörenden Arbeitskreise werden harmonisch ergänzt durch die der An-Institute. Die

Synergie dieser Partnerschaft und die gewonnenen Erkenntnisse werden in den Lehrveranstaltungen an die Studierenden weitergegeben und sind eine wesentliche Grundlage der Modulgestaltung dieses Studiengangs.

### Fachübergreifende Kompetenzen

Die Interessenschwerpunkte der Arbeitskreise der Fachrichtung bieten selbst schon eine Mischung deutlich unterscheidbarer Disziplinen, die ergänzt wird durch die Beteiligung an gemeinsam getragenen Studiengängen wie z.B. der Materialchemie, die starke Beteiligung an der Lehre z.B. in Systems Engineering und durch gemeinsame Forschungsvorhaben, auch mit Vertretern weiterer Fachrichtungen. Die Integration der An-Institute in Lehre und Forschung ist das Paradebeispiel der Interdisziplinarität, da nicht nur Kurse der Lehrenden dieser Institute im vorliegenden Studiengang enthalten ist, sondern auch die wissenschaftlichen Arbeiten dort durchgeführt und weitere Qualifikationen dort erworben werden können.

### Berufsfeldspezifische Kompetenzen

Der erfolgreiche Studienabschluss ermöglicht die Zulassung zur Promotion und befähigt damit zum Eintritt in eine wissenschaftliche Karriere an Hochschulen, Forschungseinrichtungen und auch der industriellen Forschung.

Die Beherrschung der Herstellung, Verarbeitung, Charakterisierung, Modellierung und Anwendung von Werkstoffen gehört zu den wichtigsten Fertigkeiten der modernen, globalisierten Welt. Daher bietet sich den Absolventen ein umfangreiches Spektrum beruflicher Möglichkeiten, wo sie ihr Wissen nutzbringend anwenden können. In der Werkstoff erzeugenden und verarbeitenden Industrie (Metalle, Kunststoffe sowie Glas und Keramik) ergeben sich Einsatzbereiche in der Produktion, der Entwicklung, dem Qualitätsmanagement, der Arbeitssicherheit, der technischen Beratung und der Kundenbetreuung. Weitere Berufsfelder umfassen die Analyse von Schadensfällen und Konzeption von Maßnahmen zu deren Vermeidung und die Beratung zur geeigneten Auswahl und der sinnvollen Verwendung von Werkstoffen.

### 3. Modulbeschreibungen Allgemeine Pflichtmodule

Methodik 2					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1	2	WS	1 Sem.	4	5

Modulverantwortliche*r	Motz																
Dozent*in	Motz und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen																
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Pflicht																
Zulassungsvoraussetzungen	Keine																
Lehrveranstaltungen	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lehr- und Lernform</th> <th>Bezeichnung</th> <th>SWS</th> <th>CP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td>Methodik 2</td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Übung</td> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Praktikum</td> <td></td> <td>1</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	Vorlesung	Methodik 2	2	3	Übung		1	1	Praktikum		1	1
	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP													
	Vorlesung	Methodik 2	2	3													
	Übung		1	1													
Praktikum		1	1														
Leistungskontrollen	Benotete Klausur																
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 4 SWS	60 h															
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung	90 h															
	Summe (5 CP)	150 h															
Zusammensetzung der Modulnote	Note der Klausur																
Lernziele/ Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Studierenden erlernen den richtigen mathematischen Umgang mit Messdaten, deren Auswertung, sowie die Beurteilung der Messfehler</li> <li>• Die Studierenden erlangen theoretische grundlegende Kenntnisse zu unterschiedlichen materialwissenschaftlichen Messmethoden, vor allem:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ mathematischen Grundlagen materialwissenschaftlicher Messmethoden,</li> <li>○ physikalischen Grundlagen und deren Grenzen materialwissenschaftlicher Messmethoden,</li> <li>○ apparative Umsetzung der Methoden in modernen Messgeräten,</li> <li>○ Anwendung und Interpretation der Messergebnisse,</li> <li>○ Grenzen der Messverfahren</li> </ul> </li> </ul>																
Inhalt(e)	Vorlesung, Übung und Praktikum Methodik 2 (5 CP): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wellenmechanik in zwei und drei Dimensionen</li> <li>• Fouriertransformation und ihre Anwendung in der Optik</li> <li>• Grundlagen der Streu- und Beugungstheorie inklusive Anwendungsbeispiele</li> <li>• Numerische Verfahren der Dateninterpretation</li> <li>• Röntgen- und Neutronenstreuung</li> <li>• Tomographische Methoden</li> <li>• Theoretische und apparative Grundlagen zu:               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ optischer Mikroskopie</li> <li>○ Spektroskopie</li> <li>○ Elektronenbeugung</li> <li>○ Elektronenmikroskopie</li> <li>○ EDX und WDX</li> <li>○ Rastersondenmikroskopie</li> </ul> </li> </ul>																

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.

Materialphysik 2					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
2	2	SS	1 Sem.	4	5

Modulverantwortliche*r	Motz				
Dozent*in	Motz und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Pflicht				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Grenzflächen- und Mikrostrukturphysik	3	4	
	Übung	Grenzflächen- und Mikrostrukturphysik	1	1	
Leistungskontrollen	Benotete Klausur				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 4 SWS				60 h
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung				90 h
	Summe (5 CP)				150 h
Zusammensetzung der Modulnote	Note der Klausur				
Lernziele/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben Kenntnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• in den Grundlagen der Festkörperphysik für Werkstoffwissenschaftler und in der Materialphysik. In den Übungen werden Übungsaufgaben gestellt, besprochen und bewertet.</li> <li>• Die Vorlesungen und Übungen legen die theoretischen und experimentellen Grundlagen für die Materialentwicklung und dem Verständnis der Funktionsweise intelligenter Bauteile bis hin zur Mikro/Nanotechnologie</li> <li>• Im Fokus liegen das Verständnis der mechanischen und physikalischen Eigenschaften von Materialien und deren Anwendung in modernen Werkstoffen.</li> </ul>				
Inhalt(e)	<p>Vorlesung und Übung Grenzflächen- und Mikrostrukturphysik (5 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialfestigkeit Basierend auf MP1 werden der Einfluss der Kristallstruktur auf Versetzungen (Beispiel intermetallische Phasen), der Einfluss von Korngrenzen auf die Festigkeit (Beispiel ultrafeinkörnige und nanokristalline Materialien), der Einfluss der Phasengrenzen auf das Materialverhalten (Beispiel Verbundwerkstoffe), die Rolle der Diffusion bei Keimbildung, Wachstum, Rekristallisation und beim Kriechen mehrphasiger Legierungen besprochen.</li> <li>• Versagensmechanismen und Lebensdauervorhersage Einführung in die Mikrostrukturbruchmechanik, Ermüdung und Lebensdauervorhersage, Porenwachstum und Kriechbruchmechanik, Korrosion und Wasserstoffversprödung</li> <li>• Elektronische und magnetische Eigenschaften von Werkstoffen (z.B. Halbleiterwerkstoffe)</li> </ul>				
Weitere Informationen	Unterrichtssprache: Deutsch				

Literaturhinweise:

Kittel Festkörperphysik, Haasen Metallphysik, Manuskript

Reed-Hill Physical Metallurgie, Manuskript

Seminare und Praktikum					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
2-3	3	jährlich	2 Sem.	5,5	8

Modulverantwortliche*r	Marx				
Dozent*in	Dozenten/Dozentinnen der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Pflicht				
Zulassungsvoraussetzungen	keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Seminar	Seminar MWWT 1 (1S) im Winter und im Sommer	1	2	
	Seminar	Seminar MWWT 2 (1S) im Winter und im Sommer	1	2	
	Praktikum	Praktikum MWWT (3P) im Winter	3	4	
Leistungskontrollen	Seminarvortrag, Protokolle und Kolloquium (unbenotet)				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 5 SWS			75 h	
	Vor- und Nachbereitung, Protokolle				
	Prüfungsvorbereitung			165 h	
	Summe (8 CP)			240 h	
Zusammensetzung der Modulnote	Unbenotet				
Lernziele/ Kompetenzen	Seminare:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden lernen anhand von Fachbüchern, Fachzeitschriften und Datenbanken Literatur zu einer gegebenen Aufgabenstellung zu suchen, zu lesen und zu bewerten.</li> <li>Die Studierenden lernen, die gewonnenen Erkenntnisse in einer Präsentation verständlich darzustellen</li> <li>Die Studierenden lernen, die gewonnenen Erkenntnisse vor einem (Fach)Publikum vorzustellen und zu diskutieren.</li> </ul>				
Lernziele/ Kompetenzen	Praktikum:				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden lernen anhand von Experimenten und physikalischen Messverfahren die in den Vorlesungen / Übungen erworbenen theoretischen Kenntnisse in die Praxis umzusetzen.</li> <li>Die Studierenden lernen anhand einfach handhabbarer Experimente, Modelle zum Werkstoffverhalten zu verifizieren.</li> <li>Die Studierenden lernen anhand vereinfachter Experimente, komplexe physikalische Vorgänge durch die Wahl der Versuchsbedingungen auf die wesentlichen Mechanismen zu beschränken.</li> <li>Die Studierenden vergleichen die Ergebnisse physikalischer Messverfahren mit den erwarteten Theorie-Werten und Simulationsergebnissen und erfahren so die Gültigkeitsgrenzen vereinfachter Modelle und Theorien.</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Versuche werden von den Studenten selbständig durchgeführt, ausgewertet und protokolliert. Die gewonnenen Erkenntnisse werden den Dozenten zu jedem Versuch schriftlich in Form des Protokolls und in abschließenden Abtestat-Gesprächen mündlich vermittelt.</li> </ul> <p>Es sind aufgrund englisch-sprachiger Fachliteratur, Teamarbeit und Präsentation der Ergebnisse in schriftlicher und mündlicher Form 25% der ECTS-Punkte des Moduls der überfachlichen Qualifikation zuzuordnen.</p>
Inhalt(e)	<p>Seminare MWWT 1(2 CP) und MWWT 2 (2 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Moderne materialwissenschaftliche Fragestellungen z.B. aus den Gebieten der physikalischen Grundlagen des Werkstoffverhaltens, der modernen Werkstoffcharakterisierung, neuer experimenteller Messtechniken, der gezielten Werkstoffentwicklung etc.</li> <li>Das zweite Seminar deckt ein unterschiedliches Themengebiet ab.</li> </ul> <p>Praktikum MWWT (4 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Materialwissenschaftliche Experimente wie z.B.:</li> <li>Röntgenbeugungsverfahren, Spektroskopie an Metallen und Polymeren, Korrosion, Laserstrukturierung, Herstellung und Charakterisierung von Formkörpern, Simulation des Werkstoffverhalten etc.</li> </ul>
Weitere Informationen	<p>Unterrichtssprache: deutsch, in Ausnahmen englisch Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben</p> <p>Seminare: Es müssen zwei Themen aus unterschiedlichen Fachgebieten der Materialwissenschaft bearbeitet werden</p> <p>Praktikum: Es müssen aus den angebotenen Wahlmöglichkeiten so viele Versuche gewählt werden, dass insgesamt 10 Versuchstermine belegt sind. Die Liste der Wahlmöglichkeiten wird zu Beginn jedes Semesters vom Modulverantwortlichen veröffentlicht.</p>

## Module des Vertiefungspflichtbereichs Materialwissenschaft

Beugungsverfahren					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-2	2	WS	1 Sem.	4	5

Modulverantwortliche*r	Mücklich				
Dozent*in	Mücklich und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Vertiefungspflichtmodule Materialwissenschaft				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Beugungsverfahren	2	3	
	Übung	Beugungsverfahren	1	1	
	Praktikum	Beugungsverfahren	1	1	
Leistungskontrollen	Benotete Klausur				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 4 SWS				60 h
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung				90 h
	Summe (5 CP)				150 h
Zusammensetzung der Modulnote	Note der Klausur				
Lernziele/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben Kenntnisse in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Untersuchung von Werkstoffen mittels gängiger Charakterisierungsmethoden</li> <li>• theoretische Grundlagen und praktische Anwendung von Messverfahren</li> <li>• Physikalische und kristallographische Grundlagen</li> <li>• Auswirkungen der Realstruktur auf Beugungsreflexe und deren Auswertung</li> <li>• Fortgeschrittene Verfahren der Phasenanalyse unter Berücksichtigung der Profilanalyse</li> <li>• Grundlagen der dynamischen Beugungstheorie und spezielle Einkristallverfahren</li> <li>• Texturanalyse mittels Röntgen- und Elektronenstrahlung</li> <li>• Dünnschichtmethoden und Spannungsanalyse</li> </ul>				
Inhalt(e)	<p>Vorlesung, Übung und Praktikum Beugungsverfahren (5 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederholung der physikalischen und kristallographischen Grundprinzipien der Beugung</li> <li>• Praktische Durchführung und Instrumentarium der Röntgenbeugung</li> <li>• Experimentelle Methoden (qualitative und quantitative Phasenanalyse, Indizierung, Gitterparameterbestimmung am Vielkristall, Texturanalyse, Eigenspannungsmessung)</li> <li>• Einfluss von mikrostrukturellen Defekten (Versetzungen etc.) auf die Intensität von Beugungsreflexen</li> <li>• Profilanalyse und Rietveld-Methode</li> <li>• Einführung in die dynamische Beugungstheorie und Anwendung bei Rocking-Kurven und Reciprocal Space Mapping</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elektronen-Rückstreu-Beugung und Röntgenbeugung als Mittel zur quantitativen Texturanalyse</li><li>• Textur- und Eigenspannungsanalyse unter Berücksichtigung anisotroper Materialeigenschaften</li><li>• Methoden zur Dünnschichtanalyse: Beugung unter streifen-dem Einfall, Röntgenreflektometrie etc.</li></ul>
Weitere Informationen	Unterrichtssprache Deutsch, Vorlesung auf englischsprachigen Powerpoint-Folien (zum Download im Internet zugänglich). Literaturhinweise: L. Spieß, et al., „ <i>Moderne Röntgenbeugung</i> “, Teubner Verlag, 2005

Computersimulationen für Materialphysiker					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-2	2	WS	1 Sem.	4	6

Modulverantwortliche*r	Müser				
Dozent*in	Müser und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Vertiefungspflichtmodule Materialwissenschaft				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Computersimulationen für Materialphysiker	2	3	
	Übung	Computersimulationen für Materialphysiker	2	3	
Leistungskontrollen	Benotete Klausur				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 4 SWS				60 h
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung				120 h
	Summe (6 CP)				180 h
Zusammensetzung der Modulnote	Note der Klausur				
Lernziele/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse in den Bereichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modellbildung (Mathematische Beschreibung von wechselwirkenden Atomen oder anderen Freiheitsgraden)</li> <li>• Grundlagen der statistischen Mechanik und ihrer Verbindung zur Thermodynamik</li> <li>• Mikroskopisches Verständnis von Phasenübergängen</li> <li>• Eigenständiges Umsetzen von mathematischen Gleichungen in Simulations-Programme</li> <li>• Bedienung eines gängiges Simulationsprogramms (z.B. LAMMPS)</li> <li>• Auswerten von Computersimulationen oder Experimenten durch Entwickeln von Analyseprogrammen</li> </ul>				
Inhalt(e)	<p>Vorlesung, und Übung Computersimulationen für Materialphysiker (6 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Repetitorium: Elementares Linux und elementares Programmieren in C++</li> <li>• Monte Carlo als Methode zur Berechnung von Erwartungswerten statistischer Größen</li> <li>• Modellierung thermodynamischer Phasenübergänge und Finite-Size Scaling am Beispiel des Ising Modells</li> <li>• Molekulardynamik Methode und Thermostatisierung</li> <li>• Verlet Algorithmen, Nachbarschaftslisten</li> <li>• Mindestens ein spezielles Thema wie die Modellierung von Versetzungen oder Korngrenzen, Parallelisierung von Programmen, Objekt-orientiertes Programmieren oder Entwicklung von Wechselwirkungspotenzialen</li> </ul>				

Weitere Informationen

Unterrichtssprache Deutsch  
Literaturhinweise:  
Skript der Vorlesung

Funktionswerkstoffe Vertiefung					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
2	2	SS	1 Sem.	6	9

Modulverantwortliche*r	Mücklich				
Dozent*in	Mücklich und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Vertiefungspflichtmodule Materialwissenschaft				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Funktionswerkstoffe Vertiefung	2	3	
	Übung	Funktionswerkstoffe Vertiefung	1	1	
Leistungskontrollen	Benotete Klausur				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 3 SWS				45 h
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung				75 h
	Summe (4 CP)				120 h
Zusammensetzung der Modulnote	Note der Klausur				
Lernziele/ Kompetenzen	Die Studierenden erwerben Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontaktwerkstoffe und deren Anwendungsfelder</li> <li>• mehrkomponentige Funktionswerkstoffe im Volumen- und Dünnschichtmaterial</li> <li>• Werkstoffe für Energiekonversion und -transport</li> <li>• Nanoskalige Funktionswerkstoffe</li> </ul>				
Inhalt(e)	Vorlesung und Übung Funktionswerkstoffe Vertiefung (4 CP): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau, Eigenschaften und Schädigungsmechanismen gebräuchlicher Kontaktwerkstoffe</li> <li>• Theoretische Grundlagen der Tribologie und Möglichkeiten der werkstoffseitigen Optimierung</li> <li>• Physikalische Eigenschaften und Herstellung von Halbleitern und Supraleitern</li> <li>• Einsatzgebiete von Halbleiterwerkstoffen und Thermoelektrika bei Energiekonversion</li> <li>• Physikalische Eigenschaften nanoskaliger Funktionswerkstoffe am Beispiel von u.a. Carbon-Nanotubes</li> </ul>				
Weitere Informationen	Unterrichtssprache: deutsch Literaturhinweise: Skript zur Vorlesung "Physical Metallurgy Principles" von Reed-Hill, Wadsworth Verlag, 3. Auflage "Phase Transformations in Metals and Alloys" von Porter, CRC Press Inc., 2. Auflage "Einführung in die Festkörperphysik" von Kittel, Oldenbourg Verlag, 14. Auflage "Physikalische Grundlagen der Materialkunde" von Gottstein, Springer Verlag, 2. Auflage „Keramik“ von Schaumburg und Lippe, Teubner Verlag				

Kontinuumsmechanik					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-2	2	WS	1 Sem.	3	4

Modulverantwortliche*r	Diebels				
Dozent*in	Diebels und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Vertiefungspflichtmodule Materialwissenschaft				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Physik für MWWT 2	2	3	
	Übung	Physik für MWWT 2	2	2	
Leistungskontrollen	Benotete Klausur				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 3 SWS				45 h
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung				75 h
	Summe (4 CP)				120 h
Zusammensetzung der Modulnote	Note der Klausur				
Lernziele/ Kompetenzen	Die Studierenden erwerben Kenntnisse in: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkonzepte der nichtlinearen Kontinuumsmechanik</li> <li>• Verständnis der kinematischen Beziehungen</li> <li>• Physikalische Erhaltungssätze der Thermomechanik</li> <li>• Ansätze zur Materialmodellierung</li> </ul>				
Inhalt(e)	Vorlesung und Übung Kontinuumsmechanik (4 CP): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkonzepte der Kontinuumsmechanik, materieller Punkt und materieller Körper</li> <li>• Kinematische Beziehungen: Bewegungsfunktion, Geschwindigkeit, Deformationsgradient, Verzerrungstensoren</li> <li>• Bilanzgleichungen für Masse, Impuls, Drall, Energie und Entropie in materieller und räumlicher Darstellung</li> <li>• Prinzipien der Materialtheorie</li> <li>• Auswertung der Dissipationsungleichung für hyperelastisches Materialverhalten</li> </ul>				
Weitere Informationen	Unterrichtssprache: Deutsch Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben Skripten zu den Vorlesungen P. Haupt: Continuum Mechanics and Theory of Materials, Springer R. Greve: Kontinuumsmechanik, Springer				

Materialmodellierung					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
2	2	SS	1 Sem.	3	4

Modulverantwortliche*r	Diebels				
Dozent*in	Diebels und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Vertiefungspflichtmodule Materialwissenschaft				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Materialmodellierung	2	3	
	Übung	Materialmodellierung	1	1	
Leistungskontrollen	Benotete Klausur				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 3 SWS			45 h	
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung			75 h	
	Summe (4 CP)			120 h	
Zusammensetzung der Modulnote	Note der Klausur				
Lernziele/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben Kenntnisse in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkonzepte der Materialmodellierung bei inelastischem Verhalten anhand von rheologischen Modellen</li> <li>• Formulierung von Materialmodellen im Rahmen der nichtlinearen Kontinuumsmechanik</li> </ul>				
Inhalt(e)	<p>Vorlesung und Übung Materialmodellierung (4 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eindimensionale rheologische Modelle linearen viskoelastischen und elasto-plastischen Materialverhaltens</li> <li>• Einbettung des Konzepts interner Variablen in den Rahmen der nichtlinearen Kontinuumsmechanik</li> <li>• Formulierung thermomechanisch konsistenter, viskoelastischer und elasto-plastischer Materialmodelle</li> <li>• Aspekte der numerischen Umsetzung der nichtlinearen Modelle</li> </ul>				
Weitere Informationen	<p>Unterrichtssprache: Deutsch          Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben          Skripten zu den Vorlesungen          P. Haupt: Continuum Mechanics and Theory of Materials, Springer          R. Greve: Kontinuumsmechanik, Springer</p>				

Mikroskopie 1					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-3	3	jährlich	2 Sem.	5	7
Modulverantwortliche*r		Marx			
Dozent*in		Marx			
Zuordnung zum Curriculum		Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Vertiefungspflichtmodule Materialwissenschaft			
Zulassungsvoraussetzungen		Keine			
Lehrveranstaltungen		Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP
		Vorlesung	Methodik 3 Hochauflösende Mikroskopieverfahren I	2	3
		Übung	Methodik 3 Hochauflösende Mikroskopieverfahren I	1	1
		Vorlesung	Methodik 4 Hochauflösende Mikroskopieverfahren II	2	3
Leistungskontrollen		Benotete Klausuren			
Arbeitsaufwand		Präsenzzeit 15 Wochen, 5 SWS Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung			75 h 135 h 210 h
Zusammensetzung der Modulnote		Mittel der Klausurnoten gemäß § 14 (4) der Prüfungsordnung			
Lernziele/ Kompetenzen		<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden erlernen die physikalischen und technologischen Grundlagen der Rasterelektronenmikroskopie und Mikrosondentechnik</li> <li>Die Studierenden lernen die Messmethoden, Einsatzgebiete, Möglichkeiten und Grenzen der Rasterelektronenmikroskopie und Mikrosondentechnik kennen.</li> <li>Die Studierenden lernen, die Bilder und Daten der unterschiedlichen Abbildungs- und Messverfahren zu verstehen und zu beurteilen.</li> <li>Die Studierenden lernen in praktischen Übungen die Probenpräparation und den Umgang mit dem Rasterelektronenmikroskop und der Mikrosonde</li> <li>Die Studierenden erlernen vertiefend die physikalischen und technologischen Grundlagen unterschiedlicher Mikroskopieverfahren, deren Auflösungen bis in den atomaren Bereich reichen.</li> <li>Die Studierenden lernen die Einsatzgebiete, Möglichkeiten und Grenzen der unterschiedlichen Messverfahren kennen.</li> <li>Die Studierenden lernen, die Messdaten der unterschiedlichen Verfahren zu verstehen und zu beurteilen.</li> </ul>			
Inhalt(e)		Vorlesung und Übung Methodik 3 Hochauflösende Mikroskopieverfahren I (4 CP): <ul style="list-style-type: none"> <li>Wechselwirkung zwischen Elektronen und Festkörper</li> <li>Aufbau eines Rasterelektronenmikroskops</li> <li>Funktionsweise der Bauteile</li> </ul>			

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kontrastmechanismen</li><li>• Probenpräparation</li><li>• Energie- und wellenlängendispersive Mikroanalyse</li><li>• Orientierungsmessungen mittels Electron Channelling Pattern und Electron Back Scatter Diffraction</li><li>• 3D-Analyse mittels Stereoskopie</li></ul> <p>Vorlesung Methodik 4 Hochauflösende Mikroskopieverfahren II (3 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Transmissionselektronenmikroskopie (Theorie und Praxis)</li><li>• Rastersondenmikroskopie (AFM, MFM, RTM, SPSTM, SNOM, Theorie und Praxis)</li><li>• Feldionenmikroskopie und Atomsonde (Theorie und Praxis)</li></ul>
Weitere Informationen	<p>Unterrichtssprache: Deutsch</p> <p>Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben</p>

## 4. Module des Vertiefungspflichtbereichs Werkstofftechnik

Fertigungsverfahren					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-2	2	jährlich	2 Sem.	4	6

Modulverantwortliche*r	Bähre				
Dozent*in	Bähre und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Vertiefungspflichtmodule Werkstofftechnik				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Spanende und abtragende Fertigungsverfahren	2	3	
	Vorlesung	Feinbearbeitungstechnologien	2	3	
Leistungskontrollen	Benotete Klausuren				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 4 SWS			60 h	
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung			120 h	
	Summe (6 CP)			180 h	
Zusammensetzung der Modulnote	Mittel der Klausurnoten gemäß § 14 (4) der Prüfungsordnung				
Lernziele/ Kompetenzen	<p>Ziel des Moduls ist die Vermittlung von Wissen zu spanenden und abtragenden Fertigungsverfahren, insbesondere mit Bezug zur Bearbeitung metallischer Werkstoffe und zur Erzeugung präziser Werkstückgeometrien oder bestimmter Oberflächen- und Randzoneneigenschaften. Neben einem Überblick über Verfahren, deren Funktionsprinzipien, Auslegungskriterien und Einsatzbereiche werden Zusammenhänge von Einflussgrößen, Ursachen im Prozess und Wirkungen an Prozesselementen vermittelt. Im Mittelpunkt der vertiefenden Betrachtungen stehen spanende Verfahren mit geometrisch bestimmter Schneide sowie mit geometrisch unbestimmter Schneide. Die Lehrveranstaltung befähigt die Studenten, verschiedene spanende und abtragende Fertigungsverfahren, auch zur Feinbearbeitung, mit ihren Haupteinflussgrößen zu kennen, sowie entsprechend verschiedenen Anforderungen auszuwählen und durch geeignete Parameterwahl anpassen zu können.</p>				
Inhalt(e)	<p>Vorlesung Spanende und abtragende Fertigungsverfahren (3 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Überblick und Einsatzbereiche trennender Fertigungsverfahren</li> <li>• Spanen mit geometrisch bestimmter Schneide, u.a. Drehen, Bohren, Reiben, Senken, Fräsen, Hobeln, Stoßen, Räumen</li> <li>• Geometrie und Kinematik der Spanentstehung</li> <li>• Spanart und Spanform</li> <li>• Kräfte, Leistung und Wärme</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Standkriterien und Verschleiß</li> <li>• Werkzeuge und Schneidstoffe</li> <li>• Zerspanbarkeit</li> <li>• Kühlschmierstoffe</li> <li>• Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide</li> <li>• Elektrochemisches Abtragen</li> <li>• Funkenerosion</li> </ul> <p>Vorlesung Feinbearbeitungstechnologien (3 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften und Anforderungen technischer Oberflächen</li> <li>• Randzonenbeeinflussung durch Fertigungsprozesse</li> <li>• Verfahrensübersicht und Einsatzbereiche</li> <li>• Spanen mit geometrisch unbestimmter Schneide: Abtragsprinzipien, Prozesskenngößen, Schleifmittel und Werkzeuge, Konditionieren, Schleifen, Honen, Läppen, Finishen</li> <li>• Mikroabtragsverfahren</li> <li>• Entgrat- und Verrundungsverfahren</li> <li>• Verfahren zur Oberflächenbeeinflussung: Rollieren, Glattwalzen, Strahlen, Autofrettage</li> </ul>
<p>Weitere Informationen</p>	<p>Unterrichtssprache: deutsch Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben.</p>

Keramiktechnologie					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-2	2	SS	1 Sem.	4	6

Modulverantwortliche*r	Falk				
Dozent*in	Falk und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Vertiefungspflichtmodule Werkstofftechnik				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Glasanwendungen	2	3	
	Vorlesung	Hochleistungskeramik	2	3	
Leistungskontrollen	Benotete Modulklausur				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 4 SWS				60 h
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung				120 h
	Summe (6 CP)				180 h
Zusammensetzung der Modulnote	Note der Modulklausur				
Lernziele/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben umfangreiche Kenntnisse und Fertigkeiten in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Glasrohstoffe, Glasschmelze und Schmelzreaktionen</li> <li>• Technische Schmelzaggregate, neue Entwicklungen bei Glaswannen</li> <li>• Heißformung von Hohl- und Flachglas</li> <li>• Neue Anwendungen durch Beschichtung von Glas</li> <li>• Herstellung von Spezialglas</li> <li>• Nachbearbeitung und Qualitätskontrolle von Glas</li> <li>• Herstellung und Eigenschaften oxidkeramischer und nichtoxidkeramischer Hochleistungswerkstoffe</li> <li>• Gefüge-Eigenschaftskorrelationen Hochleistungskeramischer Funktionswerkstoffe für Anwendungen in der Elektronik, Energietechnik, Sensorik, Umwelttechnik, Verfahrenstechnik, Optik, Medizintechnik und Mikroelektronik</li> </ul>				
Inhalt(e)	Vorlesung Glasanwendungen (3 CP):				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Literaturangaben, Wirtschaftsfaktor Glas, Rohstoffe, Lagerstätten und Aufbereitung</li> <li>• Netzwerkbildner und -wandler, Schmelzreaktionen, Läutern</li> <li>• Techn. Schmelzaggregate: Hafenofen, Hohlglaswanne, Flachglaswanne, „Low-Nox-Melter“</li> <li>• Feuerfestmaterial, Brenner, Wärmeübertrag, Wärmebilanz, Elektroschmelze</li> <li>• Hohlglasherstellung: Handbetrieb, Speiser, Blas-Blas- und Press-Blasverfahren, Leichtgewichtflasche, Veredlung von Hohlglas, Vergleich mit Kunststoff</li> <li>• Rohrherstellung, Pressglas, Herstellung und Anwendung von Glasfasern</li> <li>• Herstellung von Flachglas: Mondglas, Lubber-Verfahren, Ziehverfahren, Floatprozess, Displayglas</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glastechn. Produktionsfehler: Schlieren, Steinchen, Blasen, Entglasungen, Formfehler, Risse</li> <li>• Veredlung von Flachglas, Wärme-, Sonnen- und Schallschutzgläser, U- und g-Wert von Verglasungen, Verbund- und Sicherheitsglas im Auto</li> <li>• Brandschutzglas, mech. und chem. Funktionsschichten, selbstschaltende und schaltbare Gläser, Emaillierung von Glas und Metall</li> <li>• Kieselglasherstellung: natürliche und synthetische Rohstoffe, Schmelzprozess, Vycorglas, Sinterverfahren</li> <li>• Sondergläser: Filter, Membranen, opt. Gläser, Isolierglas, Bearbeitung von Glas: Trennen, Schleifen, Polieren, Verbinden, Linsenherstellung</li> </ul> <p>Vorlesung Hochleistungskeramik (3 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einführung: Übersicht Zusammensetzungen, wirtschaftliche Bedeutung, Prozesstechnik</li> <li>• Herstellung und Eigenschaften von Aluminiumoxid, Zirkonoxid, Titanoxid und weiteren Oxidkeramiken</li> <li>• Kohlenstoff, Modifikationen, Herstellung und Eigenschaften, Carbide</li> <li>• Herstellung und Eigenschaften von Siliziumnitrid, Aluminiumnitrid, Bornitrid</li> <li>• Herstellung und Eigenschaften von Precursorkeramiken, Formkörper und Fasern</li> <li>• Herstellung und Eigenschaften von Elektrokeramik: Kondensatoren, Piezokeramik, LTCC, NTC, PTC</li> <li>• Herstellung und Eigenschaften von Ionenleitern: SOFC, Gastrennung, Sensoren, HT-Supraleiter</li> <li>• Herstellung und Eigenschaften von Magnetwerkstoffen: Ferrite, Ferrofluide</li> <li>• Herstellung und Eigenschaften Keramikmembranen, verfahrenstechnische Anwendungen</li> <li>• Herstellung und Eigenschaften von Optokeramik, Lampenkolben, Linsen, Laser, Panzerungen</li> <li>• Anwendungen Herstellung und Eigenschaften von Biokeramik: Dental- und Implantatwerkstoffe</li> <li>• Herstellung und Eigenschaften von Substratwerkstoffen für die Mikroelektronik</li> </ul>
Weitere Informationen	<p>Unterrichtssprache: Deutsch</p> <p>Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben</p>

Laserbehandlung					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-3	3	jährlich	2 Sem.	4	6

Modulverantwortliche*r	Mücklich				
Dozent*in	Mücklich und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Vertiefungspflichtmodule Werkstofftechnik				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Laser Theorie	2	3	
	Vorlesung	Laser Anwendung	2	3	
Leistungskontrollen	Benotete Klausuren				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 4 SWS				60 h
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung,				
	Klausurvorbereitung				120 h
	Summe (6 CP)				180 h
Zusammensetzung der Modulnote	Mittel der Klausurnoten gemäß § 14 (4) der Prüfungsordnung				
Lernziele/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben umfangreiche Kenntnisse und Fertigkeiten in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lasergrundlagen und -sicherheitsunterweisung</li> <li>• Geometrische Optik</li> <li>• Wechselwirkung Laserstrahlung mit Materie</li> <li>• Modellierung des thermischen Feldes bei Wechselwirkung</li> <li>• Laserstrahlung in Prozess- und Fertigungstechnik</li> <li>• Ultrakurzgepulste Laserstrahlung</li> <li>• Laserinterferenz-Strukturierung</li> </ul>				
Inhalt(e)	Vorlesung Laser Theorie (3 CP):				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lasergrundlagen und -sicherheitsunterweisung</li> <li>• Geometrische Optik</li> <li>• Wechselwirkung Laserstrahlung mit Materie</li> <li>• Modellierung des thermischen Feldes bei Wechselwirkung</li> </ul>				
Weitere Informationen	Vorlesung Laser Anwendung (3 CP):				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laserstrahlung in Prozess- und Fertigungstechnik</li> <li>• Ultrakurzgepulste Laserstrahlung</li> <li>• Laserinterferenz-Strukturierung</li> </ul>				
Weitere Informationen	Unterrichtssprache: Deutsch				
	Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben				
	"Laser Material Processing" von Steen, Springer Verlag, 2. Auflage				
	„Lasers“ von Siegman, University Science Books				
	"Laser Fundamentals" von Silfvast, Cambridge University Press, 2. Auflage				
"Principles of Lasers" von Svelto, Springer Verlag, 4. Auflage					
„Laser Beam Interactions with Materials“ von Allmen und Blatter, Springer Verlag, 2. Auflage					



Leichtbausysteme					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-2	2	jährlich	2 Sem.	4	6

Modulverantwortliche*r	Herrmann				
Dozent*in	Herrmann und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Vertiefungspflichtmodule Werkstofftechnik				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Leichtbausysteme 1	2	3	
	Vorlesung	Leichtbausysteme 2	2	3	
Leistungskontrollen	Benotete Klausuren				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 4 SWS			60 h	
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung,				
	Klausurvorbereitung			120 h	
	Summe (6 CP)			180 h	
Zusammensetzung der Modulnote	Mittel der Klausurnoten gemäß § 14 (4) der Prüfungsordnung				
Lernziele/ Kompetenzen	Die Teilnehmer lernen die grundlegenden Methoden des Leichtbaus kennen. Sie erwerben darüber hinaus Erfahrungen darin, wie diese auf praktische Probleme anzuwenden sind. Im zweiten Teil lernen sie die erweiterten Methoden und fortgeschrittenen Anwendungen des Leichtbaus kennen.				
Inhalt(e)	<p>Vorlesung Leichtbausysteme 1 (3 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen Leichtbau</li> <li>• Gestalt- / Werkstoff- / Fertigung- Leichtbau</li> <li>• Bionischer Leichtbau</li> <li>• Lebensdauer / ZfP</li> <li>• Bewertung Kosten/Qualität</li> <li>• Neue Trends (z.B. für alternative Antriebe)</li> </ul> <p>Vorlesung Leichtbausysteme 2 (3 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vertiefung Leichtbau-Prinzipien</li> <li>• Industrielle Anwendungen (z.B. Luftfahrt, Automobil)</li> <li>• Axiomatic Design</li> <li>• Lebensdauermanagement</li> <li>• ZfP-Relevanz für Leichtbaustrukturen</li> </ul>				
Weitere Informationen	<p>Unterrichtssprache: deutsch</p> <p>Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben</p> <p>Johannes Wiedemann, "Leichtbau: Elemente und Konstruktion", Springer, 2006</p>				

Polymerwerkstoffe					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-2	2	jährlich	2 Sem.	4	6

Modulverantwortliche*r	Lienkamp				
Dozent*in	Lienkamp und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Vertiefungspflichtmodule Werkstofftechnik				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Polymerwerkstoffe 3	2	3	
	Vorlesung	Polymerwerkstoffe 4	2	3	
Leistungskontrollen	Benotete Klausuren				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 4 SWS			60 h	
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung,				
	Klausurvorbereitung			120 h	
	Summe (6 CP)			180 h	
Zusammensetzung der Modulnote	Mittel der Klausurnoten gemäß § 14 (4) der Prüfungsordnung				
Lernziele/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben umfangreiche Kenntnisse und Fertigkeiten zu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterschieden zwischen Oberflächen und Materialinnerem von Polymeren</li> <li>• Verwendung artspezifischer Eigenschaften von Polymeren zur Gestaltung der Grenzflächeneigenschaften</li> <li>• Herstellung, Modifikation, Untersuchung und Anwendung der Grenzflächeneigenschaften in Forschung und Industrie</li> <li>• Verknüpfung des chemischen Designs und der Herstellungsverfahren mit den Möglichkeiten der fortschrittlichen Werkstoffe adaptiv auf Stimuli der Umgebung zu reagieren</li> </ul>				
Inhalt(e)	Vorlesung Polymerwerkstoffe 3 (3 CP):				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Physikalische Eigenschaften von Oberflächen und Grenzflächen</li> <li>• Oberflächenaktivierung und chemische Beeinflussung</li> <li>• Herstellung dünner Polymerfilme und Beschichtungen</li> <li>• Analysemethoden zur Erfassung der chemischen und physikalischen Eigenschaften dieser Schichten</li> <li>• Benetzung und Adhäsion</li> <li>• Mikro- und Nanostrukturierung der Oberflächen</li> <li>• Funktionelle Beschichtungen und deren Anwendung</li> </ul>				
Inhalt(e)	Vorlesung Polymerwerkstoffe 4 (3 CP):				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Polymerisationsverfahren (sowohl kontinuierlich als auch Einzelchargen)</li> <li>• Additive und ihr Einfluss auf die Polymereigenschaften</li> <li>• Mischungen mehrerer Polymerarten sowie der Zusätze</li> <li>• Fertigungsverfahren (Formgebung und Verbindungstechniken)</li> <li>• Abtragende und additive Formgebungsverfahren</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Nanoskalige Fasern und Partikel als Zusatzstoffe</li><li>• Thermisch, elektrisch und magnetisch aktivierbare Polymerfunktionen</li></ul>
Weitere Informationen	Unterrichtssprache: deutsch, teilweise englisch Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben

## 5. Wahlpflichtmodule

3D-Analyse von Mikro- und Nanostrukturen					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-3	3	jährlich	2 Sem.	4	6

Modulverantwortliche*r	Mücklich												
Dozent*in	Mücklich und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen												
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wahlpflicht												
Zulassungsvoraussetzungen	Keine												
Lehrveranstaltungen	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Lehr- und Lernform</th> <th>Bezeichnung</th> <th>SWS</th> <th>CP</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vorlesung</td> <td></td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Vorlesung</td> <td></td> <td>2</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	Vorlesung		2	3	Vorlesung		2	3
	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP									
	Vorlesung		2	3									
Vorlesung		2	3										
Leistungskontrollen	Benotete Klausuren												
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 4 SWS 60 h Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung 120 h Summe (6 CP) 180 h												
Zusammensetzung der Modulnote	Mittel der Klausurnoten gemäß § 14 (4) der Prüfungsordnung												
Lernziele/ Kompetenzen	Die Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse und weiterführende Fertigkeiten über: <ul style="list-style-type: none"> <li>• optische Mikroskopie und Probenpräparation</li> <li>• 2D Bildbearbeitung und Analyse</li> <li>• Stereologie</li> <li>• Focused Ion Beam Technik für Zielpräparation und Tomografie</li> <li>• moderne tomografische Verfahren in der Materialwissenschaft</li> <li>• 3D Bildbearbeitung</li> <li>• Quantitative Gefügeanalyse in 2D und 3D</li> <li>• Verfahren der FIB-Gefügetomografie</li> <li>• Rekonstruktion der Tomografiedaten</li> </ul>												
Inhalt(e)	Vorlesung 3D-Analyse I - Grundlagen (3 CP): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Probenvorbereitung, metallografische Probenpräparation, optische Mikroskopie und Kontrastierungsmethoden</li> <li>• Digitale Bildaufnahme und Bildbearbeitung, Nutzung digitaler Filter und morphologischer Operationen</li> <li>• Qualitative und quantitative Gefügeanalyse in 2D, Bestimmung der Grundparameter des Gefüges, Korngrößenbestimmung</li> <li>• FIB-Technik: Gerätetechnik und mögliche Anwendungsfelder, Kontrastarten, Zielpräparation für TEM-Proben, FIB-Tomografie</li> <li>• Bedienung einer 2D-Bildanalysesoftware, praktisches Arbeiten im CIP-Pool</li> <li>• Bearbeitung eines kleinen Projektes</li> </ul> Vorlesung 3D-Analyse II - fortgeschrittene Methoden (3 CP):												

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Übersicht über moderne tomografische Verfahren in der Materialwissenschaft (Röntgen- und Synchrotron CT, Atomsonde, FIB-Tomografie, TEM-Tomografie)</li><li>• Grundlagen der quantitativen Gefügeanalyse in 2D und 3D</li><li>• 3D Bildbearbeitung und Rendering, Morphologische Operationen</li><li>• Verfahren der FIB-Gefügetomografie: Probenvorbereitung, Datenaufnahme, Rekonstruktion und Visualisierung</li><li>• Bedienung einer 3D-Bildanalysesoftware, praktische Arbeiten im CIP-Pool</li><li>• Simulation effektiver Eigenschaften, praktische Arbeiten im CIP-Pool</li><li>• Bearbeitung eines kleinen Projektes</li></ul>
Weitere Informationen	Unterrichtssprache: deutsch Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben

Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 1					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-3	3	WS	1 Sem.	3	4

Modulverantwortliche*r	Seelecke				
Dozent*in	Seelecke und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wahlpflicht				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 1	2	3	
	Übung	Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 1	1	1	
Leistungskontrollen	Benotete Klausur				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 3 SWS				45 h
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung				75 h
	Summe (4 CP)				120 h
Zusammensetzung der Modulnote	Note der Klausur				
Lernziele/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben Kompetenzen zu:</p> <p>Anwendungsorientierte Einführung in die Aktorik mit Aktiven Materialien (Formgedächtnislegierungen, Piezokeramiken, Elektroaktive Polymere) mit Beispielen aus Maschinenbau, Luft- und Raumfahrt und Medizintechnik. Experimentell beobachtete Phänomene, Mikromechanismen und Materialmodellierung. Entwicklung von Simulationsmodulen für typische Anwendungen.</p>				
Inhalt(e)	<p>Vorlesung und Übung Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 1 (4 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Phänomenologie von Formgedächtnislegierungen, Piezokeramiken und elektroaktiven Polymeren</li> <li>• Vergleich typischer Aktordaten (Hub, Leistung, Energieverbrauch etc.)</li> <li>• Verständnis des Materialverhaltens anhand typischer Ingenieurdiagramme (Spannung/Dehnung, Dehnung/Temperatur, Spannung/elektrisches Feld etc.)</li> <li>• Mechanik typischer Aktorsysteme anhand von Gleichgewichtsdiagrammen (Aktor unter Konstantlast, Aktor/Feder, Protagonist/Antagonist)</li> <li>• Vereinheitlichte Modellierung von aktiven Materialien auf Basis freier Energiemodelle</li> <li>• Entwicklung von Computercode zur Simulation des Materialverhaltens (Matlab)</li> <li>• Implementierung der Matlab-Modelle in Matlab/Simulink-Umgebung zur Simulation typischer Aktorsysteme</li> </ul>				
Weitere Informationen	Unterrichtssprache: deutsch				

Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben

Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 2					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-3	3	SS	1 Sem.	3	4

Modulverantwortliche*r	Seelecke				
Dozent*in	Seelecke und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wahlpflicht				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 2	2	3	
	Übung	Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 2	1	1	
Leistungskontrollen	Benotete Klausur				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 3 SWS				45 h
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung,				
	Klausurvorbereitung				75 h
	Summe (4 CP)				120 h
Zusammensetzung der Modulnote	Note der Klausur				
Lernziele/ Kompetenzen	Die Studierenden erwerben Kenntnisse in: Fortgeschrittene Gebiete der Aktorik mit Aktiven Materialien (Formgedächtnislegierungen, Piezokeramiken, Elektroaktive Polymere) mit Beispielen aus Maschinenbau, Luft- und Raumfahrt und Medizintechnik. Auslegung komplexer Aktor/Sensorsysteme unter Berücksichtigung des multifunktionalen Materialverhaltens. Entwurf einfacher Regelalgorithmen.				
Inhalt(e)	Vorlesung und Übung Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 2 (4 CP): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktor- und Sensoreigenschaften von Formgedächtnislegierungen, Piezokeramiken und elektro-aktiven Polymeren</li> <li>• Simulation und Auslegung komplexer Multiaktorsysteme (FGL, EAP) Entwicklung von Computercode zur Simulation des Materialverhaltens (Matlab)</li> <li>• Einfache Regelkreise unter Ausnutzung von „self-sensing“-Eigenschaften, z.B. elektrische Widerstandsänderung für PI-Positionsregelung von Formgedächtnisaktoren</li> <li>• Einfache modellbasierte Regelalgorithmen zur inversen Hysteresekompensation unter besonderer Berücksichtigung des Materialverhaltens</li> </ul>				
Weitere Informationen	Unterrichtssprache: deutsch Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben				

Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 3					CP/ ECTS
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-3	3	WS	1 Sem.	3	4

Modulverantwortliche*r	Seelecke				
Dozent*in	Seelecke und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wahlpflicht				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 3	2	3	
	Übung	Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 3	1	1	
Leistungskontrollen	Benotete Klausur				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 3 SWS				45 h
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung				75 h
	Summe (4 CP)				120 h
Zusammensetzung der Modulnote	Note der Klausur				
Lernziele/ Kompetenzen	Die Studierenden erwerben umfangreiche Kompetenzen in: Modellentwicklung für gekoppeltes Multifeldverhalten verschiedener aktiver Materialien (Formgedächtnislegierungen, Ferroelektrika, Elektroaktive Polymere. Fortgeschrittene Simulationstechniken mit modernen Computerhilfsmitteln, physikalisch orientierte Ergebnisinterpretation.				
Inhalt(e)	Vorlesung und Übung Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 3 (4 CP): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlagen der gekoppelten Multifeldanalyse (Kontinuumsmechanik, -thermodynamik und Elektrostatik)</li> <li>• FE-Analyse spezieller Aktorkonfigurationen</li> <li>• FE-Analyse adaptiver Struktursysteme</li> </ul>				
Weitere Informationen	Unterrichtssprache: deutsch Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben				

Amorphe Metalle					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-3	3	SS	1 Sem.	4	6

Modulverantwortliche*r	Busch				
Dozent*in	Busch und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wahlpflicht				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Amorphe Metalle	2	3	
	Vorlesung	Kinetik amorpher Systeme	2	3	
Leistungskontrollen	Benotete Modulklausur				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 4 SWS				60 h
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung,				
	Klausurvorbereitung				120 h
	Summe (6 CP)				180 h
Zusammensetzung der Modulnote	Note der Modulklausur				
Lernziele/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben Kenntnisse in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundlegende Eigenschaften metallischer Legierungen ohne Fernordnung</li> <li>• Herstellungsverfahren für amorphe Metalle</li> <li>• Thermodynamische und kinetische Aspekte metallischer Gläser</li> <li>• Bearbeitungsverfahren und Anwendungen</li> <li>• Geschwindigkeitsbestimmende Prozessen und deren Temperaturabhängigkeit</li> <li>• Relaxationsprozesse in ungeordneten Werkstoffen</li> </ul>				
Inhalt(e)	<p>Vorlesung Amorphe Metalle (3 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nahordnung und Fernordnung in Schmelzen und Festkörpern</li> <li>• Kinetik der Ordnungseinstellung und des Wärmetransports</li> <li>• Herstellungsverfahren mit flüssig - fest Übergang, über Festkörperreaktionen und über Gasphasenabscheidungen</li> <li>• Untersuchungsmethoden zum Studium des Glasübergangs</li> <li>• Kinetik des Glasübergangs</li> <li>• Kristallisationsvorgänge, Keimbildung und Stofftransport</li> <li>• Viskosität metallischer Schmelzen und Nahordnung</li> <li>• Eigenschaften metallischer Gläser</li> <li>• Anwendungen und Verarbeitungsverfahren für amorphe Metalle</li> </ul> <p>Vorlesung Kinetik amorpher Systeme (3 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betrachtung von diffusionskontrollierten Prozessen</li> <li>• Rolle der Keimbildung, Unterscheidung homogener und heterogener Umwandlungen</li> <li>• Umwandlungen, die durch bewegliche Grenzflächen bestimmt sind</li> <li>• Messmethoden zur Erfassung des Umwandlungsgeschehens</li> </ul>				

---

	Typen der Grenzflächenreaktion eines Festkörpers im Kontakt mit der Umgebung
Weitere Informationen	Unterrichtssprache: englisch Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben

Energietechnik					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-3	3	jährlich	2 Sem.	8	10

Modulverantwortliche*r	Presser				
Dozent*in	Presser und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wahlpflicht				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Elektrochemie	2	3	
	Vorlesung	Werkstoffe für effiziente Energienutzung	2	3	
	Praktikum	Praktikum Materialien und Systeme der Energietechnik	4	4	
Leistungskontrollen	Benotete Klausuren				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 8 SWS			120 h	
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung			180 h	
	Summe (10 CP)			300 h	
Zusammensetzung der Modulnote	Mittel der Klausurnoten gemäß § 14 (4) der Prüfungsordnung				
Lernziele/ Kompetenzen	Die Studierenden sollen die Elektrochemie als ein Grenzgebiet zwischen Chemie und Elektrizitätslehre bewerten und zur rechnerischen und experimentellen Lösung von Fragestellungen einsetzen können: Die effiziente Konvertierung chemischer in elektrische Energie ist ein hochaktuelles Thema. Die Elektrochemie bildet die Grundlage für viele Systeme der Energietechnik. Dies gilt für Energiewandlung in Nutzenergie und Energietransport, aber insbesondere für die Energiespeicherung. Studierende sollen Energiesysteme kennen und bewerten können.				
Inhalt(e)	Vorlesung Elektrochemie (3 CP):				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrolytische Doppelschicht</li> <li>• Überspannung, stromdurchflossene Elektroden</li> <li>• Halbleiter als Elektroden, Photoelektrochemie</li> <li>• Experimentelle Methoden der Elektrochemie</li> <li>• Ionische Flüssigkeiten</li> <li>• Festkörperelektrochemie</li> <li>• Bioelektrochemie</li> </ul>				
Inhalt(e)	Vorlesung Werkstoffe für effiziente Energienutzung (3 CP):				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superkondensatoren</li> <li>• Batterien</li> <li>• Brennstoffzellen</li> <li>• Regenerative Energie (Materialien): Photovoltaik und Solarthermie</li> <li>• Funktionsschichten der Energietechnik, Wärmeaustauscher</li> <li>• Latentwärmespeicher</li> <li>• photokatalytische Wasserspaltung</li> <li>• Lichterzeugung</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Herstellung und Speicherung von Wasserstoff</li></ul> Praktikum Materialien und Systeme der Energietechnik (3 CP): <ul style="list-style-type: none"><li>• Rotierende Scheibenelektrode (RDE)</li><li>• Superkondensatoren</li><li>• Batterien</li><li>• Brennstoffzellen</li><li>• Photokatalytische Wasserspaltung</li></ul>
Weitere Informationen	Unterrichtssprache: deutsch/englisch Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben C.H. Hamann, W. Vielstich, Elektrochemie, Wiley-VCH H.H. Girault, Analytical and Physical Electrochemistry, EPFL Press

Fortgeschrittene Mechanik					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
5	5	WS	1 Sem.	3	3

Modulverantwortliche*r	Diebels				
Dozent*in	Diebels und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wahlpflicht				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Numerische Mechanik	2	3	
	Übung	Numerische Mechanik	1	1	
	Vorlesung	Strömungsmechanik	2	3	
	Vorlesung	Analytische Mechanik	2	3	
Leistungskontrollen	Benotete Klausuren				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 7 SWS			105 h	
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung			195 h	
	Summe (10 CP)			300 h	
Zusammensetzung der Modulnote	Mittel der Klausurnoten gemäß § 14 (4) der Prüfungsordnung				
Lernziele/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben umfangreiche Kenntnisse und Fertigkeiten in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Lösung linearer und nichtlinearer Gleichungssysteme</li> <li>• Numerische Differentiation und Integration</li> <li>• Numerische Lösung gewöhnlicher und partieller Differentialgleichungen</li> <li>• Abgrenzung von Fluiden und Festkörpern</li> <li>• Entwicklung der Modellgleichungen für ideale und linearviskose Fluide</li> <li>• Lösungskonzepte für technische Anwendungen</li> <li>• Grundzüge der Turbulenztheorie</li> <li>• Beschreibung der Bewegung einzelner Massenpunkte und diskreter Systeme im Rahmen der klassischen Mechanik</li> <li>• Aufstellen von Bewegungsgleichungen und Bestimmung von Bahngleichungen freier und geführter Körper</li> </ul>				
Inhalt(e)	<p>Vorlesung und Übung Numerische Mechanik (4 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Behandlung linearer und nichtlinearer Gleichungen</li> <li>• Methoden der numerischen Differentiation und Integration von Funktionen</li> <li>• Lösungsmethoden für gewöhnliche Differentialgleichungen (Differenzenmethode, Runge-Kutta-Methoden)</li> <li>• Lösungsmethoden für partielle Differentialgleichungen (Finite Differenzen, Finite Volumen, Finite Elemente)</li> </ul> <p>Vorlesung Strömungsmechanik (3 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften von Fluiden</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herleitung der Euler-, der Bernoulli- und der Navier-Stokes-Gleichung</li> <li>• Analytische Lösungskonzepte für einfache Strömungsprobleme, technische Anwendungen</li> <li>• Grundkonzepte der Turbulenztheorie</li> </ul> <p>Vorlesung Analytische Mechanik (3 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kinematik des Massenpunktes</li> <li>• Newtonsche Mechanik: Einzelner Massenpunkt, Massensystemen</li> <li>• Lagrangesche Mechanik: Zwangsbedingungen, Generalisierte Koordinaten, Prinzip von d'Alembert, Lagrangesche Gleichungen, Lagrangesche Funktion, Erhaltungsgrößen</li> <li>• Hamiltonsche Mechanik: Hamiltonfunktion, Hamiltonsche Gleichungen, Hamiltonsches Prinzip</li> </ul>
<p>Weitere Informationen</p>	<p>Unterrichtssprache: deutsch                  Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben</p>

Hybridmaterialien					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-3	3	jährlich	2 Sem.	6	10

Modulverantwortliche*r	Studienkordinator				
Dozent*in	Kickelbick, Kraus, Gallei und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wahlpflicht				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Hybridmaterialien und Nanokomposite	2	3	
	Vorlesung	Smart Polymers	1	2	
	Vorlesung	Functional Coatings	2	3	
	Vorlesung	Aspekte des chemischen Materialdesigns	1	2	
Leistungskontrollen	Benotete Klausuren				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 6 SWS			90 h	
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung			210 h	
	Summe (10 CP)			300 h	
Zusammensetzung der Modulnote	Mittel der Klausurnoten gemäß § 14 (4) der Prüfungsordnung				
Lernziele/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben umfangreiche Kenntnisse und Fertigkeiten in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Chemische Synthese und Struktur von Hybridmaterialien und Nanokompositen</li> <li>• Charakterisierungsmöglichkeiten</li> <li>• Erkennen und Ausnutzen von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen</li> <li>• Thermische Spritzverfahren</li> <li>• Glasuren und Emails auf Keramik, Metall und Glas</li> <li>• Vakuumbeschichtungsverfahren</li> <li>• Elektrochemische Beschichtungen von Metallen</li> <li>• Nachbehandlung von Oberflächen und Schichten</li> </ul>				
Inhalt(e)	<p>Vorlesung Hybridmaterialien und Nanokomposite (2 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Historie, Begriffe, Definitionen</li> <li>• Abgrenzung Hybridmaterialien-Nanokomposite</li> <li>• Chemie der Vorstufen</li> <li>• Herstellung amorpher Hybridmaterialien, Sol-Gel Prozess</li> <li>• Eigenschaften von Nanobausteinen</li> <li>• Herstellung von anorganisch-organischen Nanokompositen</li> <li>• Rolle der Grenzfläche</li> <li>• Eigenschaftsprofile, Anwendungen</li> </ul> <p>Vorlesung Smart Polymers (1 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schaltbare Polymere: thermisch, pH, optisch, magnetisch, elektrisch</li> <li>• leitfähige Polymere für oLEDs und Photovoltaic</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• flüssigkristalline Polymere</li> <li>• Polymere für den gerichteten Transport von Wirkstoffen</li> </ul> <p>Vorlesung Functional Coatings (3 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Übersicht Beschichtungen und Beschichtungsverfahren, wirtschaftliche Überlegungen, funktionale Eigenschaften: Optik, Verschleiß, Oberflächenschutz, Tribologie, elektrische und thermische Leitfähigkeit</li> <li>• Übersicht Pulverbeschichtungsverfahren, Synthese, Mahlen, Kalzinieren, Charakterisierung und Klassifizierung von Pulvern, Fördern und Abscheiden</li> <li>• Thermische Spritzverfahren: Pulverförderer, Energieübertrag, Kinetik, Beispiele: Plasmaspritzen (APS, Hochgeschwindigkeitsverfahren), Flamspritzen</li> <li>• Elektrosprühen: Grundlagen und Mechanismus, Ausführungsformen, mögliche Anwendungen. Elektrostatisches Spritzen</li> <li>• Glasuren: Anforderungen und Zusammensetzungen. Unter- glasuren, Inglasurfarben, Edelmetalldekore, Lüster. Beständigkeit: Säure (z. B. Früchte), Lauge (z. B. Geschirrspüler). Engoben</li> <li>• Auftragechnik: Handbemahlung, Stempeldruck, Abziehbildtechnik (Decal), Siebdruck, Stahlruck, Spritzen, ink-jet, Laserdruck (Elektrofotografie)</li> <li>• Emailsichten: Anforderungen, Rohstoffe, Aufbereitung, Vorbehandlung, Beschichtungsverfahren, Anwendungsbeispiele. Glasemailsichten (Glasschichten auf Glas)</li> <li>• Niederdruckverfahren: Aufdampfen (PVD), CVD, PCVD, Sputtern: DC, Magnetron, reaktiv. Ionenimplantation. Anwendungen opt. Absorption, Reflexion und Interferenz, Wärmeisolation (TBC), TCO</li> <li>• Tauchbeschichtung, Sprühen, Walzenauftrag. Sol-Gel-Schichten, Dünnschichten, Mehrlagenschichten, optische Anwendungen</li> <li>• Elektrochemische Verfahren: Galvanik, Korrosionsschutz, Dekor, Schichten mit keramischen Füllern, anodische Oxidation, stromlose Beschichtung</li> <li>• Nachbehandlung von Schichten: Einbrennen, Sintern, Härten. Brennöfen, Strahlungsheizung, Mikrowelle, Laser</li> <li>• Charakterisierung von Schichten. Mikroskopie optisch, REM, TEM; optische Spektroskopie: UV-VIS, IR, Raman, Ellipsometrie</li> </ul> <p>Vorlesung Aspekte des chemischen Materialdesigns (1 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderne chemische Funktionsmaterialien</li> <li>• Vom Molekül zum Material</li> <li>• Bottom-Up Synthese</li> <li>• Nanopartikel</li> </ul>
Weitere Informationen	<p>Unterrichtssprache: deutsch</p> <p>Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben</p>



Mikromechanik					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-3	3	jährlich	2 Sem.	5	7

Modulverantwortliche*r	Marx				
Dozent*in	Marx				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wahlpflicht				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Bruchmechanik	2	3	
	Übung	Bruchmechanik	1	1	
	Vorlesung	Mikrostrukturmechanik und Schädigungsmechanismen	2	3	
Leistungskontrollen	Benotete Klausuren				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 5 SWS				75 h
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung				135 h
	Summe (7 CP)				210 h
Zusammensetzung der Modulnote	Mittel der Klausurnoten gemäß § 14 (4) der Prüfungsordnung				
Lernziele/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden erlernen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Konzepte der Bruchmechanik und diese in Messungen und Rechnungen anzuwenden.</li> <li>• Die mikrostrukturellen Vorgänge bei der Initiierung und Ausbreitung von Rissen zu verstehen und zu identifizieren.</li> <li>• Die Verfahren zu Ermittlung bruchmechanischer Kennwerte theoretisch und anhand einfacher praktischer Übungen.</li> <li>• Den Umgang mit bruchmechanischen Kennwerten zur Bauteil-Dimensionierung und Lebensdauerberechnung.</li> <li>• Anhand der erlernten Vorgänge bei Rissinitiierung und Rissausbreitung Schadensfälle anhand von Bruchflächen zu analysieren.</li> <li>• Den Einfluss mikroskopisch inhomogener Gefüge auf die makroskopischen mechanischen Eigenschaften kennen.</li> <li>• Aus komplexen Daten mikroskopisch inhomogener Gefüge mittels Homogenisierungsverfahren einfache, makroskopisch homogene Materialeigenschaften zu errechnen.</li> <li>• Unterschiedliche Schädigungsmechanismen und deren Ursachen kennen.</li> <li>• anhand physikalischer Experimente die Grundlagen der Schädigungsmechanismen zu erforschen mit dem Ziel der Materialverbesserung</li> <li>• Die theoretischen und technologischen Grundlagen zur Ermittlung mechanischer Größen auf der Mikro- und Nanoskala</li> <li>• Präparationsmethoden zur Herstellung von Mikroproben</li> <li>• Einsatzgebiete, Möglichkeiten und Grenzen der unterschiedlichen Messverfahren</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messdaten der unterschiedlichen Verfahren zu verstehen und zu beurteilen.</li> </ul>
<p>Inhalt(e)</p>	<p>Vorlesung und Übung Methodik 5 Bruchmechanik (4 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Festigkeitsverhalten von Werkstoffen</li> <li>• Makroskopische (technische) Bruchmechanik</li> <li>• Mikrostrukturelle (theoretische) Bruchmechanik</li> <li>• Theorie und Praxis zur Ermittlung bruchmechanischer Kennwerte</li> <li>• Anwendung der Bruchmechanik zur Bauteildimensionierung und Lebensdauervorhersage</li> <li>• Schadensanalyse</li> </ul> <p>Vorlesung Methodik 6 Mikrostrukturmechanik und Schädigungsmechanismen (3 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mechanische Eigenschaften inhomogener Gefüge</li> <li>• Ausgewählte Defekte, Defektstrukturen und Grundlösungen (Eigendehnungen, Inhomogenitäten)</li> <li>• Effektive elastische Eigenschaften inhomogener Gefüge (Repräsentative Volumenelemente, analytische Näherungsmethoden)</li> <li>• Schädigungsmechanismen (Ermüdungsrisse, Size Effects, Wasserstoffversprödung)</li> </ul>
<p>Weitere Informationen</p>	<p>Unterrichtssprache: deutsch Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben</p>

Mikroskopie 2					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-3	3	SS	1 Sem.	4	6

Modulverantwortliche*r	Motz				
Dozent*in	Motz und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wahlpflicht				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Methodik 7 Nano- und mikromechanische Messmethoden	2	3	
	Vorlesung	Methodik 9 Anwendungen der Rasterkraftmikroskopie	2	3	
Leistungskontrollen	Benotete Prüfungen				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 4 SWS			60 h	
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung			120 h	
	Summe (6 CP)			180 h	
Zusammensetzung der Modulnote	Mittel der Klausurnoten gemäß § 14 (4) der Prüfungsordnung				
Lernziele/ Kompetenzen	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Studierenden erlernen die physikalischen und technologischen Grundlagen mikroskopischer Untersuchungsmethoden</li> <li>Die Studierenden lernen die Messmethoden, Einsatzgebiete, Möglichkeiten und Grenzen der Rastersondenmethoden und der mit Mikroskopen verbundenen mikromechanischen Untersuchungen.</li> <li>Die Studierenden lernen, die Bilder und Daten der unterschiedlichen Abbildungs- und Messverfahren zu verstehen und zu beurteilen.</li> <li>Die Studierenden lernen an Praxisbeispielen die Stärken der einzelnen Verfahren.</li> <li>Die Studierenden lernen, die Messdaten der unterschiedlichen Verfahren zu verstehen und zu beurteilen.</li> </ul>				
Inhalt(e)	Vorlesung Methodik 7: Nano- und mikromechanische Messmethoden (3 CP):				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mikro- und Nanoindentierungsmethoden</li> <li>Mikro- und Nano-Scratchtests</li> <li>Präparation von Mikroproben mittels unterschiedlicher Verfahren (Lithografie, FIB)</li> <li>In-Situ Methoden der Mikro- und Nanoindentierung</li> </ul> Vorlesung Methodik 9 Anwendungen der Rasterkraftmikroskopie (3 CP): <ul style="list-style-type: none"> <li>Rastersondenmikroskopie (AFM, MFM, RTM, SPSTM, SNOM, Theorie und Praxis)</li> <li>Ausgewählte Beispiele der Anwendung der Rasterkraftmikroskopie</li> </ul>				

Weitere Informationen

Unterrichtssprache: deutsch

Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben

Physikalische Akustik					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-3	3	jährlich	2 Sem.	5	7

Modulverantwortliche*r	Rabe				
Dozent*in	Rabe, Spies und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wahlpflicht				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung		2	3	
	Vorlesung		2	3	
	Übung		1	1	
Leistungskontrollen	Benotete Klausuren				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 5 SWS			75 h	
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung,				
	Klausurvorbereitung			135 h	
	Summe (7 CP)			210 h	
Zusammensetzung der Modulnote	Mittel der Klausurnoten gemäß § 14 (4) der Prüfungsordnung				
Lernziele/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben umfangreiche Kenntnisse und Fertigkeiten in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundkonzepte der physikalischen Akustik</li> <li>• Einführung in die Materialprüfung mit Ultraschall</li> <li>• Gerätetechnische Aspekte</li> <li>• Grundlegende Konzepte der Bildgebung und Rekonstruktion</li> <li>• Beschreibung der Schallausbreitung in komplexen Werkstoffen</li> <li>• Grundlagen der Modellierung und Simulation</li> <li>• Theoretische Grundlagen der Beschreibung der verschiedenen Wellenarten</li> <li>• Praxisbezogene Anwendungsbeispiele</li> </ul>				
Inhalt(e)	Vorlesung Physikalische Akustik 1 (3 CP):				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schwingungen, Schallwellen, Ultraschall</li> <li>• Anregung und Empfang von Ultraschallwellen, Methoden der Bildgebung (A-B-C-Scan)</li> <li>• Beugung und Fehlergrößenbestimmung</li> <li>• Ultraschall-Mikroskopie</li> <li>• Anwendungsbeispiele</li> </ul>				
Inhalt(e)	Vorlesung und Übung Physikalische Akustik 2 (4 CP):				
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung der Ultraschallwellen im 3-dimensionalen Medium</li> <li>• Methoden der Simulation</li> <li>• Ausbreitung von Ultraschall in elastisch anisotropen Medien</li> <li>• Phased Array, Total Focusing Method, Synthetic Aperture Focusing Technique (SAFT)</li> </ul>				
Weitere Informationen	Unterrichtssprache: deutsch				

Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben

A. Ehrhard, Verfahren der zerstörungsfreien Materialprüfung, DVS Media GmbH, Berlin, 2014

James P. Wolfe, Imaging Phonons, Acoustic Wave Propagation in Solids, Cambridge University Press, 1998

B.A. Auld, Acoustic Fields and Waves in Solids, Vol I, II, Robert E. Krieger Publishing, 1990

Polymeranwendung					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-3	3	jährlich	2 Sem.	4	6

Modulverantwortliche*r	Studienkoordinator				
Dozent*in	Katrakova-Krüger				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wahlpflicht				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Kautschuktechnologie	2	3	
	Vorlesung	Polymere Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde	2	3	
Leistungskontrollen	Benotete Klausuren				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 4 SWS				60 h
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung				120 h
	Summe (6 CP)				180 h
Zusammensetzung der Modulnote	Mittel der Klausurnoten gemäß § 14 (4) der Prüfungsordnung				
Lernziele/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben umfangreiche Kenntnisse und Fertigkeiten in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau, Herstellung und Eigenschaften von Kautschuk</li> <li>• Verarbeitung von Kautschuk zu Gummiprodukten</li> <li>• Eigenschaften von Gummiprodukten</li> <li>• Einsatzgebiete von Gummiprodukten</li> <li>• Aufbau, Struktur und Abgrenzung der Verbunde</li> <li>• Werkstoffspezifische Produktionstechniken</li> <li>• Anwendungspotentiale und -gebiete</li> <li>• Berechnung und Bauteildimensionierung</li> </ul>				
Inhalt(e)	<p>Vorlesung Kautschuktechnologie (3 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Natur- und Synthetikautschuke, Materialverhalten</li> <li>• Eigenschaften von Kautschukmischungen, Einfluss verschiedener Zusatzstoffe</li> <li>• Eigenschaften und Einsatzbereiche verschiedener Elastomere</li> <li>• Herstellung, Eigenschaften und Anwendung von Gummi-Metall-Bauteilen</li> <li>• Konstruktion und Berechnung</li> <li>• Prüfung von Gummi- und Gummi-Metall-Bauteilen</li> </ul> <p>Vorlesung Polymere Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde (3 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abgrenzung polymere Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde</li> <li>• Aufbau, Herstellung und Anwendung polymerer Werkstoffverbunde</li> <li>• Aufbau, Herstellung und Anwendung polymerer Verbundwerkstoffe</li> </ul>				

---

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dimensionierung und Berechnung (Klassische Laminattheorie, Netztheorie)</li><li>• Werkstoffspezifische Gestaltungsrichtlinien im Leichtbau</li></ul>
Weitere Informationen	Unterrichtssprache: deutsch Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben

Spezialisierung Mechanik					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-3	3	jährlich	2 Sem.	6	8

Modulverantwortliche*r	Diebels				
Dozent*in	Diebels und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wahlpflicht				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Finite Elemente in der Mechanik	2	3	
	Übung	Finite Elemente in der Mechanik	1	1	
	Vorlesung	Experimentelle Mechanik	2	3	
	Übung	Experimentelle Mechanik	1	1	
Leistungskontrollen	Benotete Prüfungen				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 6 SWS				90 h
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung				150 h
	Summe (8 CP)				240 h
Zusammensetzung der Modulnote	Mittel der Klausurnoten gemäß § 14 (4) der Prüfungsordnung				
Lernziele/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben umfangreiche Kenntnisse und Fertigkeiten in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständnis der Funktionsweise nichtlinearer Finite-Elemente-Programme in der Kontinuumsmechanik</li> <li>• Fähigkeit, geeignete finite Elemente für bestimmte Anwendungen auszuwählen</li> <li>• Implementierung mathematischer Modelle für Simulationen</li> <li>• Aufbau mechanischer Experimente</li> <li>• Identifikation von Materialeigenschaften aus makroskopischen Experimenten</li> <li>• Methoden der Parameteridentifikation</li> </ul>				
Inhalt(e)	<p>Vorlesung und Übung Finite Elemente in der Mechanik (4 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nichtlineare Gleichungssysteme</li> <li>• Linearisierung von Modellgleichungen</li> <li>• Materiell nichtlineare finite Elemente</li> <li>• Geometrisch nichtlineare finite Elemente</li> <li>• Numerische Behandlung von Elastizität und Plastizität</li> </ul> <p>Vorlesung und Übung Experimentelle Mechanik (4 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufbau mechanischer Experimente zur Ermittlung von Materialparametern</li> <li>• Durchführung von Experimenten, Messung von Kraft- und Weggrößen</li> <li>• Steuerung der Experimente und Verarbeitung der Daten auf der Basis von LabView</li> </ul>				

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Methoden der Optimierung und des Inversen Rechnens zur quantitativen Bestimmung von Materialparametern</li></ul>
Weitere Informationen	Unterrichtssprache: deutsch Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben

Stahlanwendung					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-3	3	WS	1 Sem.	4	6

Modulverantwortliche*r	Studienkoordinator				
Dozent*in	Kalla				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wahlpflicht				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Herstellung und Verarbeitung von Grobblechen	2	3	
	Vorlesung	Fügetechnik	2	3	
Leistungskontrollen	Benotete Modulklausur				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 4 SWS			60 h	
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung			120 h	
	Summe (6 CP)			180 h	
Zusammensetzung der Modulnote	Note der Modulklausur				
Lernziele/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben umfangreiche Kenntnisse und Fertigkeiten in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfluss der Herstellungsverfahren und der Metallurgie auf die Produktqualität</li> <li>• Zusammenhang zwischen der Legierungseinstellung, der thermomechanischen Behandlung und dem resultierenden Gefüge, das wiederum für die Eigenschaften verantwortlich ist</li> <li>• Technische Realisierung der Behandlungsverfahren</li> <li>• Arten, Gerätschaften und Ausführung von Fügeverfahren, insbesondere des Schweißens</li> <li>• Mikrostrukturelle Ausprägung der Fügstellen</li> </ul>				
Inhalt(e)	<p>Vorlesung Herstellung und Verarbeitung von Grobblechen (3 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rekapitulation der grundlegenden Verfahrensweisen und metallkundlichen Zusammenhänge</li> <li>• Einfluss der technischen Bearbeitungsverfahren auf die Gefüge und die Eigenschaften</li> <li>• Charakteristische Verfahrensparameter und ihre Wirkung auf die Qualität</li> <li>• Anwendungsfälle für Grobbleche und deren Anforderungsprofile</li> </ul> <p>Vorlesung Fügetechnik (3 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Typisierung der Fügeverfahren</li> <li>• Instrumentarium und Durchführen der Schweißverfahren</li> <li>• Mikrostruktur der Fügezonen je nach Verfahrensart</li> <li>• Einfluss der Wärmeleitung, Eigenspannungen, Verzug, Rissbildung</li> </ul>				
Weitere Informationen	Unterrichtssprache: deutsch				

Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben

Theoretische Materialphysik					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
1-3	3	WS	1 Sem.	4	5

Modulverantwortliche*r	Müser				
Dozent*in	Müser und Mitarbeiter/Mitarbeiterinnen				
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Wahlpflicht				
Zulassungsvoraussetzungen	Keine				
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP	
	Vorlesung	Theoretische Materialphysik	2	3	
	Übung	Theoretische Materialphysik	1	1	
Leistungskontrollen	Benotete Klausur				
Arbeitsaufwand	Präsenzzeit 15 Wochen, 3 SWS				45 h
	Vor- und Nachbereitung, Übungsbearbeitung, Klausurvorbereitung				75 h
	Summe (4 CP)				120 h
Zusammensetzung der Modulnote	Note der Klausur				
Lernziele/ Kompetenzen	<p>Die Studierenden erwerben umfangreiche Kenntnisse und Fertigkeiten in:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Materialverhalten unter dem Blickwinkel der Festkörperphysik</li> <li>• Aspekte der statistischen Mechanik</li> </ul>				
Inhalt(e)	<p>Vorlesung und Übung Theoretische Materialphysik (5 CP):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (Klassischer) Elektromagnetismus der kondensierten Materie (Debye Hückel Theorie, Clausius Mossotti, Drude-Lorentz Modell, Kramers-Kronig Relation)</li> <li>• Mechanische Eigenschaften von Festkörpern (Dynamische Matrix, optische und akustische Phononen, Kontinuumslimit, elastische Konstanten aus atomaren Wechselwirkungen, Cauchy Relationen, Symmetriebetrachtungen)</li> <li>• Statistische Mechanik von Materialien (Lineare Antwort Theorie, Fluktuations-Dissipations-Theorem, Ginzburg-Landau Theorie der Phasenübergänge, kritische Exponenten)</li> <li>• Elektronen in Festkörpern (Brillouinzone, Bloch'sches Theorem, Hybridisierung, semiklassische Beschreibung von Elektronen, Boltzmann-Gleichung, Elektronen und Lochleitung, Punktdefekte)</li> <li>• Fermifläche und Zustandsdichte</li> <li>• Elementare Anregungen (Phononen, Magnonen, Exzitonen)</li> </ul>				
Weitere Informationen	<p>Unterrichtssprache: deutsch Literaturhinweise: werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben</p>				



Master Arbeit					
Studiensemester	Regelstudiensemester	Turnus	Dauer	SWS	CP/ ECTS
4	4	WS, SS	24 Wochen		30

Modulverantwortliche*r	Der Vorsitzende des Prüfungsausschusses			
Dozent*in	Prüfer/Prüferinnen nach § 6 (1) und (2) der gemeinsamen Prüfungsordnung der Fakultät NT			
Zuordnung zum Curriculum	Master Materialwissenschaft und Werkstofftechnik, Pflicht			
Zulassungsvoraussetzungen	Siehe §18 Prüfungsordnung			
Lehrveranstaltungen	Lehr- und Lernform	Bezeichnung	SWS	CP
	Wissenschaftliche Arbeit	Abschlussarbeit		30
Leistungskontrollen	Benotete schriftliche Arbeit			
Arbeitsaufwand	Experimentelle oder theoretische Arbeiten und Niederschrift der Arbeit			900 h
	Summe (30 CP)			900 h
Zusammensetzung der Modulnote	Note der schriftlichen Arbeit			
Lernziele/ Kompetenzen	In der Master-Arbeit lernen die Studierenden unter fachlicher Anleitung wissenschaftliche Methoden auf die Lösung eines vorgegebenen Problems innerhalb einer vorgegebenen Zeit anzuwenden.			
Inhalt(e)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Literaturstudium zum gegebenen Thema</li> <li>• Selbständige Durchführung von Experimenten und / oder theoretischen Arbeiten</li> <li>• Kritische Beurteilung und Diskussion der erhaltenen Resultate</li> <li>• Vergleich der Resultate mit dem Stand der Literatur</li> <li>• Niederschrift der Arbeit</li> </ul>			
Weitere Informationen	Unterrichtssprache: Deutsch, im gegenseitigen Einvernehmen auch Englisch (vgl. § 11 PO) Literaturhinweise: werden je nach Thema von den betreuenden Dozenten gegeben			

## 6. Beispielhafter Studienverlaufsplan

Module	1. Sem.	2. Sem.	3. Sem.	4. Sem.
Methodik 2	4 SWS, 5 CP			
Materialphysik 2		4 SWS, 5 CP		
Seminare und Praktikum			5 SWS, 8 CP	
Fertigungsverfahren	2 SWS, 3 CP	2 SWS, 3 CP		
Laserbehandlung	2 SWS, 3 CP	2 SWS, 3 CP		
Leichtbausysteme	2 SWS, 3 CP	2 SWS, 3 CP		
Polymere	2 SWS, 3 CP	2 SWS, 3 CP		
3D-Analyse von Mikro- und Nanostrukturen	2 SWS, 3 CP	2 SWS, 3 CP		
Aktorik und Sensorik mit intelligenten Materialsystemen 1	3 SWS, 4 CP			

Mikromechanik		2 SWS, 3 CP	3 SWS, 4 CP	
Physikalische Akustik		2 SWS, 3 CP	3 SWS, 4 CP	
Stahlanwendung			4 SWS, 6 CP	
Beugungsverfahren			4 SWS, 5 CP	
Computersimulationen für Materialphysiker	4 SWS, 6 CP			
Mikroskopie 1		3SWS, 4 CP	2 SWS, 3 CP	
Masterarbeit				37,5 SWS, 30 CP
<b>SWS</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>37,5<sup>1</sup></b>
<b>CP</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	<b>30</b>
<b>CP Gesamt</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>90</b>	<b>120</b>

<sup>1</sup>Auf der Basis von 30 CP ergeben sich 900h; in 24 Wochen sind das 37,5 h / Woche.