



Modulhandbuch

Master of Science (M.Sc.)

Materials Science and Engineering

Kohorte: Wintersemester 2025

Stand: 8. Mai 2025

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Studiengangsbeschreibung	3
Fachmodule der Kernqualifikation	5
Modul M0523: Betrieb & Management	5
Modul M1943: Applied Computational Methods for Material Science (EN)	6
Modul M1944: Materials Physics and Atomistic Materials Modeling (EN)	8
Modul M1946: Phenomena and Methods in Materials Science (EN)	11
Modul M0524: Nichttechnische Angebote im Master	13
Modul M1947: Advanced Laboratory Materials Sciences (EN)	15
Modul M1948: Mechanical Properties (EN)	17
Modul M1949: Multiphase Materials (EN)	20
Modul M1950: Advanced Functional Materials (EN)	22
Modul M1951: Study work on Modern Issues in the Materials Sciences (EN)	23
Fachmodule der Vertiefung Engineering Materials	24
Modul M1342: Kunststoffe	24
Modul M1952: Fatigue of metallic structural materials and methods for extending service life (EN)	26
Modul M1344: Verarbeitung von Faser-Kunststoff-Verbunde	29
Modul M1343: Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde	31
Modul M1665: Auslegung und Dimensionierung von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV)	33
Modul M1796: Magnetic resonance in engineering	35
Modul M1915: Materialwissenschaftliches Seminar	37
Modul M1345: Metallic and Hybrid Light-weight Materials	39
Fachmodule der Vertiefung Modeling	42
Modul M1151: Werkstoffmodellierung	42
Modul M0604: High-Order FEM	44
Modul M0606: Numerical Algorithms in Structural Mechanics	46
Modul M0605: Computational Structural Dynamics	48
Modul M1238: Quantenmechanik von Festkörpern	50
Modul M1915: Materialwissenschaftliches Seminar	52
Modul M1150: Kontinuumsmechanik	54
Modul M0603: Nonlinear Structural Analysis	57
Modul M1807: Machine Learning for Physical Systems	59
Fachmodule der Vertiefung Nano and Hybrid Materials	61
Modul M1334: BIO II: Biomaterials	61
Modul M0766: Microsystems Technology	63
Modul M1335: BIO II: Artificial Joint Replacement	65
Modul M1220: Grenzflächen und grenzflächenbestimmte Materialien	66
Modul M0930: Semiconductor Seminar	68
Modul M0643: Optoelectronics I - Wave Optics	69
Modul M1238: Quantenmechanik von Festkörpern	71
Modul M2111: Wearable Electronics: Development of soft and stretchable sensors and devices	73
Modul M1796: Magnetic resonance in engineering	76
Modul M1915: Materialwissenschaftliches Seminar	78
Modul M0644: Optoelectronics II - Quantum Optics	80
Modul M0519: Partikeltechnologie und Feststoffverfahrenstechnik	82
Thesis	84
Modul M-002: Masterarbeit	84

Studiengangsbeschreibung

Inhalt

Werkstoffe - sowohl klassische als auch neuartige - sind die Basis und der Motor für Produkte und Produktinnovationen. Die wichtigsten werkstoffbasierten Branchen in Deutschland, darunter der Fahrzeug- und Maschinenbau, die chemische Industrie, die Energietechnik, die Elektro- und Elektronikindustrie sowie die Metallherzeugung und -verarbeitung, erzielen einen jährlichen Umsatz von nahezu einer Billion Euro und beschäftigen rund fünf Millionen Menschen.

Materialwissenschaftler*innen entwickeln gänzlich neue Werkstoffkonzepte - zum Beispiel in aktuellen Schlüsselfeldern wie der Energiespeicherung und Umwandlung oder dem strukturellen Leichtbau - oder sie verbessern existierende Werkstoffe und passen sie an die ständig wechselnden Anforderungen des globalen Wettbewerbs an. Mit ihrer Expertise zu den komplexen Auswirkungen von Struktur, Zusammensetzung, Verarbeitungsschritten und den Last- und Umwelteinflüssen auf die Leistungsfähigkeit und das Verhalten von Werkstoffen im praktischen Einsatz sind sie zudem ein Bindeglied zwischen Konstruktion und Produktion.

Wegen der Bedeutung des Materialverhaltens für die konstruktive Auslegung und Verarbeitung von Produkten hat das Studium der Materialien eine starke ingenieurwissenschaftliche Komponente. Gleichzeitig baut das Verständnis des Materialverhaltens auf den aktuellsten Einsichten in den naturwissenschaftlichen Grundlagenfächern auf. Obwohl zum Beispiel moderne Hochleistungsstähle im 1000-Tonnen-Maßstab produziert werden, geht der Trend immer mehr zum Entwurf solcher Materialien und ihrer Verarbeitungsschritte anhand von Modellrechnungen, die auf quantenphysikalischen Prinzipien aufbauen und die gesamte Skala vom Atom bis zum Bauteil lückenlos abdecken.

Neuartige Verbund- und Hybridmaterialien, die hohe Festigkeit und geringes Gewicht mit Funktionseigenschaften wie zum Beispiel Aktorik oder Sensorik vereinen, nutzen aktuelle Forschungsergebnisse aus den Nanowissenschaften. Die Entwicklung der im Gesundheitswesen zunehmend wichtigen Biomaterialien erfordert neben materialphysikalischen und -chemischen Ansätzen auch Einsichten aus der Medizin. Der breite interdisziplinäre Ansatz der Materialwissenschaft macht sie zur Brückendisziplin zwischen den Ingenieur- und den Naturwissenschaften.

Der Studiengang Materials Science and Engineering (M.Sc.) - Multiskalige Materialsysteme richtet sich an Bachelor-Absolvent*innen sowohl der Ingenieurwissenschaften wie auch der Physik oder Chemie. Mit seinem grundlagenorientierten Curriculum unter Berücksichtigung von naturwissenschaftlichen wie auch ingenieurwissenschaftlichen Aspekten vermittelt der Studiengang ein Verständnis von Herstellung, Aufbau, Eigenschaften und Designprinzipien von Materialien, ausgehend von den atomaren Strukturen und Prozessen bis hin zum Verhalten in Bauteilen.

Im Mittelpunkt des ersten Studienjahrs stehen die Kernthemen: Physik und Chemie von Materialien, Methoden in Experiment, Theorie und skalenübergreifender Modellierung, mechanische Eigenschaften angefangen von Molekülen über idealisierte einkristalline Zustände bis hin zum realen Material, Phasenübergänge und Gefügedesign sowie Eigenschaften von Funktionsmaterialien. Vertiefungsrichtungen erschließen die Felder Nano- und Hybridmaterialien, Technische Materialien, und Materialmodellierung. Im zweiten Studienjahr steht die Mitarbeit in der aktuellen Forschung im Mittelpunkt, mit einem Studienprojekt zu Modernen Problemen der Materialwissenschaften und der Masterarbeit.

Berufliche Perspektiven

Beispiele für Aufgabenfelder von Materialwissenschaftlern sind:

- Materialkompetenz in der Konstruktion
- Prozessentwicklung und -Betreuung in der materialerzeugenden und -verarbeitende Industrie
- Material- und Prozessentwicklung in Forschungs- und Entwicklungsabteilungen
- Schadensanalyse
- Qualitätssicherung
- Patentwesen
- wissenschaftliche Forschung an Universitäten und staatlichen Forschungseinrichtungen

Arbeitgebende Branchen sind unter anderem:

- Fahr- und Flugzeugbau
- Maschinenbau
- chemische Industrie
- Energietechnik
- Elektro- und Elektronikindustrie
- Metallverhüttung und -Verarbeitung
- Medizintechnik
- Hoch- und Tiefbau

Lernziele

Wissen

- Die Absolventinnen und Absolventen haben die grundlegenden Zusammenhänge verstanden und die Wissensbasis erworben, die sie für eine Berufstätigkeit im Fachgebiet Materialwissenschaft im nationalen und internationalen Umfeld qualifizieren. Sie können die den Materialwissenschaften unterliegenden wissenschaftlichen Grundlagen und die wichtigsten experimentellen und numerischen Methoden verstehen und beschreiben.
- In den folgenden Fachgebieten kennen die Absolventinnen und Absolventen die grundlegenden Konzepte und tiefergehenden Sachverhalte und können diese erläutern:
 - Metalle, Keramiken, Polymere, Kompositmaterialien
 - Wechselspiel zwischen Materialverhalten, Gefüge, und Verarbeitung
 - mechanische Eigenschaften, Funktionseigenschaften, Phasenübergänge und Gefügeentwicklung
 - Charakterisierungsmethoden
 - Ansätze für die numerische Modellierung.

Fertigkeiten

- Die Absolventinnen und Absolventen können ihr Wissen auf den oben genannten Themenfeldern sowie ihre methodischen Kenntnisse bei der Lösung wissenschaftlicher sowie technischer, materialbezogener Aufgaben anwenden.
- Sie können die relevanten grundlegenden Methoden und Sachverhalte identifizieren und so wissenschaftliche wie auch technische Materialprobleme auch außerhalb vorgegebener Vorgehensmuster selbstständig zu lösen.

Absolventinnen und Absolventen mit der Vertiefung „Konstruktionsmaterialien“

Modulhandbuch M.Sc. "Materials Science and Engineering"

- können Metalle, Keramiken, Polymere und Kompositmaterialien für spezifische Aufgabenstellungen in einem technologieorientierten Umfeld bewerten.
- können Abfolgen von Verarbeitungsschritten entwickeln und beaufsichtigen.
- können weiterhin Entscheidungen zur Materialauswahl, zur industriellen Produktion sowie zur Qualitätssicherung und Fehleranalyse treffen.

Absolventinnen und Absolventen mit der Vertiefung „Modellierung“

- können für unterschiedliche Phänomene auf unterschiedlichen Längen- und Zeitskalen die angemessenen Modellierungsansätze identifizieren, sie an die jeweilige Problemstellung anpassen und zur Problemlösung gezielt zum Einsatz bringen.
- können die Aussagekraft und Zuverlässigkeit der Methode bzw. ihrer Resultate unter Berücksichtigung der Problemstellung realistisch bewerten.

Absolventinnen und Absolventen mit der Vertiefung „Nano- und Hybridmaterialien“

- sind mit den Phänomenen und physikalischen oder physikalisch chemischen Grundlagen vertraut, welche die Eigenschaften von nanoskaligen Körpern oder von Materialien mit einem nanoskaligen Gefüge mit den charakteristischen Längenskalen und der Anwesenheit bzw. den Eigenschaften von Grenzflächen verknüpfen. Insbesondere können sie die genannten Zusammenhänge erklären.
- können dieses Wissen einsetzen, um Entwurfsstrategien für Materialien umzusetzen und zu optimieren, insbesondere durch die folgenden Ansätze: gezielte Gestaltung der Gefügegeometrie auf der Nanoskala; Gestaltung des Grenzflächenverhaltens; Kombinationen harter und weicher Materie auf der Nanoskala in Form von Hybridmaterialien.

Sozialkompetenz

- Die Absolventinnen und Absolventen sind fähig, in Teams zu arbeiten und problemorientiert ihre Arbeit zu organisieren als Vorbereitung auf forschungsorientierte Berufstätigkeit.
- Sie können ihre Arbeitsergebnisse schriftlich oder mündlich und auch in internationalen Kontexten zielgruppengerecht präsentieren.
- Die Studierenden sollen nach ihrem Abschluss in der Lage sein, gesellschaftliche Prozesse kritisch, reflektiert sowie mit Verantwortungsbewusstsein und in demokratischem Gemeinssinn maßgeblich mitzugestalten.

Selbstständigkeit

- Die Absolventinnen und Absolventen können sich in effektiv selbstorganisierter Weise Teilgebiete ihres Faches mit wissenschaftlicher Methodik erschließen.
- Sie sind in der Lage, ihr erlerntes Wissen in eigenständiger Weise mit geeigneten Präsentationstechniken vorzutragen oder in einem Dokument von angemessenem Umfang darzustellen.
- Die Absolventinnen und Absolventen sind in der Lage, weiteren Informationsbedarf zu erkennen und eine Strategie zu entwickeln, um ihr Wissen selbstständig zu erweitern.

Studiengangstruktur

Das Curriculum des Masterstudiengangs „Materials Science and Engineering“ ist wie folgt gegliedert:

Kernqualifikation: 1.-3. Fachsemester, insgesamt 66 Leistungspunkte. In der Kernqualifikation sind auch die Module „Nichttechnische Ergänzungskurse im Master“ und „Betrieb & Management“ mit jeweils sechs Leistungspunkten verankert.

Vertiefung: Die Studierenden wählen eine aus den unten aufgeführten drei Vertiefungen, wobei in der jeweiligen Vertiefung während des 1.-3. Fachsemesters insgesamt 24 Leistungspunkte erworben werden:

- Vertiefung Konstruktionswerkstoffe
- Vertiefung Modellierung
- Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien

Masterarbeit im 4. Fachsemester: 30 Leistungspunkte

Damit ergibt sich ein Gesamtaufwand für den gesamten Studiengang von 120 Leistungspunkten.

Fachmodule der Kernqualifikation

Modul M0523: Betrieb & Management

Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Meyer
Zulassungsvoraussetzungen	Erfolgreich absolviertes Modul "Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre"
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz <i>Wissen</i> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage, ausgewählte betriebswirtschaftliche Spezialgebiete innerhalb der Betriebswirtschaftslehre zu verorten. • Die Studierenden können in ausgewählten betriebswirtschaftlichen Teilbereichen grundlegende Theorien, Kategorien und Modelle erklären. • Die Studierenden können technisches und betriebswirtschaftliches Wissen miteinander in Beziehung setzen. <i>Fertigkeiten</i> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden können in ausgewählten betriebswirtschaftlichen Teilbereichen grundlegende Methoden anwenden. • Die Studierenden können für praktische Fragestellungen in betriebswirtschaftlichen Teilbereichen Entscheidungsvorschläge begründen. Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage, in interdisziplinären Kleingruppen zu kommunizieren und gemeinsam Lösungen für komplexe Problemstellungen zu erarbeiten. <i>Selbstständigkeit</i> <ul style="list-style-type: none"> • Die Studierenden sind in der Lage, sich notwendiges Wissen durch Recherchen und Aufbereitungen von Material selbstständig zu erschließen. 	
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen
Leistungspunkte	6

Lehrveranstaltungen

Die Informationen zu den Lehrveranstaltungen entnehmen Sie dem separat veröffentlichten Modulhandbuch des Moduls.

Modul M1943: Applied Computational Methods for Material Science (EN)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Angewandte Computermethoden für Materialwissenschaften (L1626)	Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
		SWS	4
		LP	6
Modulverantwortlicher	Prof. Norbert Huber		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Technischer Mechanik (Statik, Festigkeitslehre, Biegebalken), Grundlagen mechanischer Eigenschaften von Werkstoffen (Elastizität, Plastizität), Werkstoffkunde (Zugversuch, Härtemessung, Biegefestigkeit), Grundlagen in Programmierung (Python)		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden können eine Probe/ein Bauteil in einem FEM-Preprozessor modellieren, vernetzen und mit Randbedingungen sowie einem geeigneten Materialmodell versehen. Sie sind in der Lage, 2D-Modelle (ebene Dehnung, axialsymmetrisch) sowie 3D-Modelle zu erstellen und diese mit Hilfe von ABAQUS zu lösen. Im Weiteren können Sie Kontakt implementieren, wie es z.B. für die Berechnung eines Nanoindentationsexperiments oder eines 4-Punkt-Biegeversuchs mit Rollen erforderlich ist. Mit Hilfe von Python können sie die Simulationsergebnisse automatisiert lesen und weiterverarbeiten. Mit Hilfe einer Skriptsteuerung sind Sie in der Lage, Jobs automatisiert abzuschicken und auszuwerten, um damit Datenbanken aufzubauen. Mit Hilfe von maschinellem Lernen können die Studierenden diese Datenbanken auf ihnen zu Grunde liegende Zusammenhänge analysieren und Hypothesen bezüglich Eindeutigkeit und Vollständigkeit eines Problems testen.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden sind in der Lage, ein gegebenes Problem mit wissenschaftlichen Methoden in Teilprobleme zu zerlegen und sich zur Lösung dieser Teilprobleme die nötigen Kompetenzen anzueignen. Sie lernen an Beispielen, wie Hypothesen aufgestellt werden und diese mit Hilfe von Computermethoden verifiziert oder falsifiziert werden. Darüber hinaus lernen sie, wie zum einen die Ergebnisse der Teilprobleme auf Korrektheit validiert und wissenschaftlich diskutiert werden und zum anderen die Summe der Teillösungen im Kontext des Gesamtproblems und der aufgestellten Hypothesen zu diskutieren ist. Ein wesentlicher Teil dieser Arbeit ist die Dokumentation in einem schriftlichen Bericht, der in seinem Stil und Aufbau einer wissenschaftlichen Arbeit entspricht und alle wesentlichen Elemente enthält.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Über Problembasiertes Lernen werden die Studierenden in der Lage sein, in kleinen Gruppen zu arbeiten. Dies beinhaltet die Diskussion des eigentlichen Inhalts der Problemstellung, das Aufstellen von Hypothesen, deren Priorisierung und die Vereinbarung von Teilproblemen, die in einer strukturierten Weise abgearbeitet werden. Daher basiert ein wesentlicher Teil des Moduls auf Kommunikationsfähigkeiten, Organisation und Zeitmanagement. Schließlich ist die Fähigkeit, ein Problem in die richtigen Teilprobleme zu zerlegen und die Ergebnisse dieser wieder zusammenzuführen, um die Antwort für das Gesamtproblem zu erhalten, essenziell für eine effiziente und effektive Problemlösung im Allgemeinen.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Das Erarbeiten des nötigen Know-Hows und die Lösung der Teilprobleme ist eine Individualleistung. Damit sind die Studierenden in der Lage, sich selbstständig in neue Computermethoden (hier konkret Python-Programmierung, FE-Modellierung, Maschinelles Lernen) einzuarbeiten und diese je nach Problemstellung in dem erforderlichen Umfang zu erweitern. Ebenso erlernen die Studierenden, ihre Methoden und Ergebnisse in nachvollziehbarer Form zu dokumentieren und über die Korrekturen der Berichte Feedback aufzunehmen und darüber ihre Fähigkeiten stetig weiter zu verbessern.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	Insgesamt 3 Probleme, Bearbeitungsdauer je 3-4 Wochen, jeweils abgeschlossen durch Abgabe eines schriftlichen Berichts. Bewertung Gruppen-/Individualleistung 50/50.		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materials Science and Engineering: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L1626: Angewandte Computermethoden für Materialwissenschaften	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	4
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
Dozenten	Prof. Norbert Huber
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Finite Elemente Methode (Diskretisierung, Solver, Programmierung mit Python, Automatisierte Steuerung und Auswertung von Parameterstudien)</p> <p>Beispiele der Elastomechanik (Zug, Biegung, Vierpunktbiegung, Kontakt)</p> <p>Materialverhalten (Elastizität, Plastizität, kleine und große Deformationen, Nichtlinearitäten)</p> <p>Lösung inverser Probleme (maschinelle Datengenierung, Neuronale Netze, direkte und inverse Lösungen, Existenz und Eindeutigkeit)</p>
Literatur	<p>Alle Vorlesungsmaterialien und Beispiellösungen (Input-Dateien, Python Scirpte) werden auf Stud.IP zur Verfügung gestellt.</p> <p>All lecture material and example solutions (input files, python scripts) will be made available in Stud.IP.</p>

Modul M1944: Materials Physics and Atomistic Materials Modeling (EN)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Materialphysik (L1624)	Vorlesung	2	2
Quantenmechanik und atomistische Materialmodellierung (L1672)	Vorlesung	2	2
Übungen zur Materialphysik und -modellierung (L2002)	Gruppenübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Patrick Huber		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Höhere Mathematik, Physik und Chemie für Studierende der Ingenieur- oder Naturwissenschaften		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden sind in der Lage,		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> - die Grundbegriffe der Physik kondensierter Materie wiederzugeben - die Grundlagen für die mikroskopische Struktur und Mechanik, Thermodynamik und Optik von Materialsystemen zusammenzufassen und zu beschreiben - Konzept und Realisierung moderner Methoden der atomaren Modellierung zu verstehen sowie deren Potential und Grenzen bzgl. der gesteckten Modellierungsziele einschätzen zu können. 		
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> • fortgeschrittene Berechnungen zur Thermodynamik, Mechanik, den elektrischen und optischen Eigenschaften von Systemen der kondensierten Materie durchzuführen. • ihre Kenntnisse auch auf artverwandte Fragestellungen zu übertragen, um thermodynamische und mechanische Berechnungen durchzuführen, z.B. um neue Materialien zu designen. • Geeignete Modellierungsansätze für materialspezifische Probleme zu benennen und einfache Modelle selbst zu entwickeln. 		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können Lösungen gegenüber Spezialisten präsentieren und Ideen weiterentwickeln.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, ihren Wissenstand durch klausurnahe Aufgaben selbstständig einzuschätzen und kontinuierlich zu überprüfen.		
	Die Studierenden können ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln und sich benötigtes Wissen aneignen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materials Science and Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1624: Materialphysik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Patrick Huber
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Motivation: „Atome im Maschinenbau?“ • Grundbegriffe: Kraft und Energie • Die elektromagnetische Wechselwirkung • „Detour“: Mathematische Grundlagen (komplexe e-Funktion etc.) • Das Atom: Bohrsches Atommodell • Chemische Bindung • Das Vielteilchenproblem: Lösungsansätze und Strategien • Beschreibung von Nahordnungsphänomene mittels statistischer Thermodynamik • Elastizitätstheorie auf atomarer Basis • Konsequenzen des atomaren Verhaltens auf makroskopische Eigenschaften: Diskussion von Beispielen (Metalllegierungen, Halbleiter, Hybridsysteme)
Literatur	<p>Für den Elektromagnetismus:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bergmann-Schäfer: „Lehrbuch der Experimentalphysik“, Band 2: „Elektromagnetismus“, de Gruyter <p>Für die Atomphysik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Haken, Wolf: „Atom- und Quantenphysik“, Springer <p>Für die Materialphysik und Elastizität:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hornbogen, Warlimont: „Metallkunde“, Springer

Lehrveranstaltung L1672: Quantenmechanik und atomistische Materialmodellierung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Robert Meißner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Warum atomare Materialmodellierung - Newtonsche Bewegungsgleichung und numerisches Lösen - Ergodizität - Atommodelle - Grundlagen der Quantenmechanik - Atomare & Molekulare Mehrelektronensysteme - Hartree-Fock Ansatz und Dichtefunktionaltheorie - Monte-Carlo Verfahren - Molekulardynamiksimulationen - Phasenfeldsimulationen
Literatur	<p>Begleitliteratur zur Vorlesung (sortiert nach Relevanz):</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Daan Frenkel & Berend Smit „Understanding Molecular Simulations“ 2. Mark E. Tuckerman „Statistical Mechanics: Theory and Molecular Simulations“ 3. Andrew R. Leach „Molecular Modelling: Principles and Applications“ <p>Zur Vorbereitung auf den quantenmechanischen Teil der Klausur empfiehlt sich folgende Literatur</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Regine Freudenstein & Wilhelm Kulisch "Wiley Schnellkurs Quantenmechanik"

Lehrveranstaltung L2002: Übungen zur Materialphysik und -modellierung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Robert Meißner, Prof. Patrick Huber
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Ziel der Veranstaltung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vertiefung des Verständnisses des Vorlesungsstoffes in Materialphysik (mikroskopische Struktur, Gitterschwingungen, Dynamik der Elektronen, thermische und elektrische Eigenschaften von Materialien) anhand von Rechenübungen. - Erlernen von Fähigkeiten zur atomistischen Simulation von Materialien auf Basis von ab-initio und klassischen Kraftfeldrechnungen durch Hands-on Tutorials. - Vertiefung des Verständnisses im Umgang mit den Methoden zur atomistischen Simulation durch Rechenübungen in kleinen Gruppen, die die Algorithmen und theoretischen Grundlagen behandeln.
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - Daan Frenkel & Berend Smit: Understanding Molecular Simulation from Algorithms to Applications - Rudolf Gross und Achim Marx: Festkörperphysik - Neil Ashcroft and David Mermin: Solid State Physics

Modul M1946: Phenomena and Methods in Materials Science (EN)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Experimentelle Methoden der Materialcharakterisierung (L1580)	Vorlesung	2	2
Phasengleichgewichte und Umwandlungen (L1579)	Vorlesung	2	2
Übung zu Phänomene und Methoden der Materialwissenschaft (L2991)	Hörsaalübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Jörg Weißmüller		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Kenntnisse in Werkstoffwissenschaften, z.B. aus den Modulen Werkstoffwissenschaft I/II		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden können die Eigenschaften von modernen Hochleistungswerkstoffen sowie deren Einsatz in der Technik erläutern. Sie können die werkstoffwissenschaftliche Bedeutung und Anwendung von metallischen Werkstoffen, Keramiken, Polymeren, Halbleitern sowie von modernen Kompositmaterialien (insbesondere Biomaterialien) und Nanomaterialien beschreiben.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind nach dem Erlernen grundlegender Prinzipien des Materialdesigns in der Lage, selbst neue Materialkonfigurationen mit gewünschten Eigenschaften zusammenzustellen. Die Studierenden können einen Überblick über moderne Werkstoffe geben und optimale Werkstoffkombinationen für vorgegebene Anwendungen zusammenstellen.		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können Lösungen gegenüber Spezialisten präsentieren und Ideen weiterentwickeln.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können ... <ul style="list-style-type: none">• ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln.• benötigtes Wissen aneignen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Pflicht Materials Science and Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1580: Experimental Methods for the Characterization of Materials	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Shan Shi
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Structural characterization by photons, neutrons and electrons (in particular X-ray and neutron scattering, electron microscopy, tomography) • Mechanical and thermodynamical characterization methods (indenter measurements, mechanical compression and tension tests, specific heat measurements) • Characterization of optical, electrical and magnetic properties (spectroscopy, electrical conductivity and magnetometry)
Literatur	William D. Callister und David G. Rethwisch, Materialwissenschaften und Werkstofftechnik, Wiley&Sons, Asia (2011). William D. Callister, Materials Science and Technology, Wiley& Sons, Inc. (2007).

Lehrveranstaltung L1579: Phasengleichgewichte und Umwandlungen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Jörg Weißmüller
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Grundlagen der statistischen Physik, formale Struktur der phänomenologischen Thermodynamik, einfache atomistische Modelle und freie Energiefunktionen für Mischkristalle und Verbindungen. Korrekturen bei nichtlokaler Wechselwirkung (Elastizität, Gradiententerme). Phasengleichgewicht und Legierungsphasendiagramme als Konsequenz daraus. Einfache atomistische Betrachtungen für Wechselwirkungsenergien in metallischen Mischkristallen. Diffusion in realen Systemen. Kinetik von Phasenumwandlungen unter anwendungsrelevanten Randbedingungen. Partitionierung, Stabilität und Morphologie an Erstarrungsfronten. Ordnung von Phasenübergängen, Glasübergang. Phasenübergänge in nano- und mikroskaligen Systemen.
Literatur	D.A. Porter, K.E. Easterling, "Phase transformations in metals and alloys", New York, CRC Press, Taylor & Francis, 2009, 3. Auflage Peter Haasen, „Physikalische Metallkunde“ , Springer 1994 Herbert B. Callen, "Thermodynamics and an introduction to thermostatistics", New York, NY: Wiley, 1985, 2. Auflage. Robert W. Cahn und Peter Haasen, "Physical Metallurgy", Elsevier 1996 H. Ibach, "Physics of Surfaces and Interfaces" 2006, Berlin: Springer.

Lehrveranstaltung L2991: Übung zu Phänomene und Methoden der Materialwissenschaft	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Shan Shi
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Übungsaufgaben zur Einübung und Vertiefung der im Modul vermittelten Fähigkeiten und Inhalte. In den Übungen werden mathematische Details vertieft mit dem Ziel, die Studierenden mit Gleichungen/Konzepten und deren Anwendung in der Praxis vertraut zu machen (z. B. Definition thermodynamischer Potenziale und Beziehungen, Berechnung von Enthalpie und Entropie eines Mischkristalls, Konstruktion von Phasendiagrammen, ...).
Literatur	D.A. Porter, K.E. Easterling, "Phase transformations in metals and alloys", New York, CRC Press, Taylor & Francis, 2009, 3. Auflage Peter Haasen, „Physikalische Metallkunde“ , Springer 1994 Herbert B. Callen, "Thermodynamics and an introduction to thermostatistics", New York, NY: Wiley, 1985, 2. Auflage. Robert W. Cahn und Peter Haasen, "Physical Metallurgy", Elsevier 1996 H. Ibach, "Physics of Surfaces and Interfaces" 2006, Berlin: Springer. William D. Callister und David G. Rethwisch, Materialwissenschaften und Werkstofftechnik, Wiley&Sons, Asia (2011). William D. Callister, Materials Science and Technology, Wiley& Sons, Inc. (2007).

Modul M0524: Nichttechnische Angebote im Master	
Modulverantwortlicher	Dagmar Richter
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	Keine
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<p>Die Nichttechnischen Angebote (NTA)</p> <p>vermittelt die in Hinblick auf das Ausbildungsprofil der TUHH nötigen Kompetenzen, die ingenieurwissenschaftliche Fachlehre fördern aber nicht abschließend behandeln kann: Eigenverantwortlichkeit, Selbstführung, Zusammenarbeit und fachliche wie personale Leitungsbefähigung der zukünftigen Ingenieurinnen und Ingenieure. Er setzt diese Ausbildungsziele in seiner Lehrarchitektur, den Lehr-Lern-Arrangements, den Lehrbereichen und durch Lehrangebote um, in denen sich Studierende wahlweise für spezifische Kompetenzen und ein Kompetenzniveau auf Bachelor- oder Masterebene qualifizieren können. Die Lehrangebote sind jeweils in einem Modulkatalog Nichttechnische Ergänzungskurse zusammengefasst.</p> <p>Die Lehrarchitektur</p> <p>besteht aus einem studiengangübergreifenden Pflichtstudienangebot. Durch dieses zentral konzipierte Lehrangebot wird die Profilierung der TUHH Ausbildung auch im nichttechnischen Bereich gewährleistet.</p> <p>Die Lernarchitektur erfordert und übt eigenverantwortliche Bildungsplanung in Hinblick auf den individuellen Kompetenzaufbau ein und stellt dazu Orientierungswissen zu thematischen Schwerpunkten von Veranstaltungen bereit.</p> <p>Das über den gesamten Studienverlauf begleitend studierbare Angebot kann ggf. in ein-zwei Semestern studiert werden. Angesichts der bekannten, individuellen Anpassungsprobleme beim Übergang von Schule zu Hochschule in den ersten Semestern und um individuell geplante Auslandssemester zu fördern, wird jedoch von einer Studienfixierung in konkreten Fachsemestern abgesehen.</p> <p>Die Lehr-Lern-Arrangements</p> <p>sehen für Studierende - nach B.Sc. und M.Sc. getrennt - ein semester- und fachübergreifendes voneinander Lernen vor. Der Umgang mit Interdisziplinarität und einer Vielfalt von Lernständen in Veranstaltungen wird eingeübt - und in spezifischen Veranstaltungen gezielt gefördert.</p> <p>Die Lehrbereiche</p> <p>basieren auf Forschungsergebnissen aus den wissenschaftlichen Disziplinen Kulturwissenschaften, Gesellschaftswissenschaften, Kunst, Geschichtswissenschaften, Kommunikationswissenschaften, Migrationswissenschaften, Nachhaltigkeitsforschung und aus der Fachdidaktik der Ingenieurwissenschaften. Über alle Studiengänge hinweg besteht im Bachelorbereich zusätzlich ab Wintersemester 2014/15 das Angebot, gezielt Betriebswirtschaftliches und Gründungswissen aufzubauen. Das Lehrangebot wird durch soft skill und Fremdsprachkurse ergänzt. Hier werden insbesondere kommunikative Kompetenzen z.B. für Outgoing Engineers gezielt gefördert.</p> <p>Das Kompetenzniveau</p> <p>der Veranstaltungen in den Modulen der nichttechnischen Ergänzungskurse unterscheidet sich in Hinblick auf das zugrunde gelegte Ausbildungsziel: Diese Unterschiede spiegeln sich in den verwendeten Praxisbeispielen, in den - auf unterschiedliche berufliche Anwendungskontexte verweisende - Inhalten und im für M.Sc. stärker wissenschaftlich-theoretischen Abstraktionsniveau. Die Soft skills für Bachelor- und für Masterabsolventinnen/ Absolventen unterscheidet sich an Hand der im Berufsleben unterschiedlichen Positionen im Team und bei der Anleitung von Gruppen.</p> <p>Fachkompetenz (Wissen)</p> <p>Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • ausgewähltes Spezialgebiete des jeweiligen nichttechnischen Bereiches erläutern, • in den im Lehrbereich vertretenen Disziplinen grundlegende Theorien, Kategorien, Begrifflichkeiten, Modelle, Konzepte oder künstlerischen Techniken skizzieren, • diese fremden Fachdisziplinen systematisch auf die eigene Disziplin beziehen, d.h. sowohl abgrenzen als auch Anschlüsse benennen, • in Grundzügen skizzieren, inwiefern wissenschaftliche Disziplinen, Paradigmen, Modelle, Instrumente, Verfahrensweisen und Repräsentationsformen der Fachwissenschaften einer individuellen und soziokulturellen Interpretation und Historizität unterliegen, • können Gegenstandsangemessen in einer Fremdsprache kommunizieren (sofern dies der gewählte Schwerpunkt im NTW-Bereich ist).
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Die Studierenden können in ausgewählten Teilbereichen</p> <ul style="list-style-type: none"> • grundlegende und teils auch spezielle Methoden der genannten Wissenschaftsdisziplinen anwenden. • technische Phänomene, Modelle, Theorien usw. aus der Perspektive einer anderen, oben erwähnten Fachdisziplin befragen. • einfache und teils auch fortgeschrittene Problemstellungen aus den behandelten Wissenschaftsdisziplinen erfolgreich

Modul M1947: Advanced Laboratory Materials Sciences (EN)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Fortgeschrittenenpraktikum Materialwissenschaften (L1653)	Laborpraktikum	6	6
Modulverantwortlicher	Prof. Jörg Weißmüller		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Materialwissenschaften		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden erwerben Kenntnisse über ausgewählte Experimentierverfahren der Materialwissenschaft. Sie kennen den Ablauf repräsentativer Experimente, typisch mit Probenpräparation und Vorbereitungen, Charakterisierung, Datenreduktion, Auswertung, Fehlerdiskussion und Interpretation der Ergebnisse.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können		
	<ul style="list-style-type: none"> • Fachversuche nach Einweisung selbstständig ausführen • Messdaten analysieren • die Ergebnisse kritisch bewerten und die Implikationen im fachlichen Kontext erkennen 		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> • in Teamarbeit Versuche durchzuführen und ein Protokoll erarbeiten • wissenschaftliche Themen in Vortragsform einem Fachpublikum vorstellen 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage		
	<ul style="list-style-type: none"> • sich in effektiv selbstorganisierter Weise die Praktikumsinhalte mit wissenschaftlicher Methodik erschließen • die Versuchsergebnisse sowie die zugrundeliegende Vorgehensweise eigenständig schriftlich darzustellen • weiteren Informationsbedarf zu erkennen und eine Strategie zu entwickeln, um ihr Wissen selbstständig zu erweitern 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung		
Prüfungsdauer und -umfang	ca. 25 Seiten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materials Science and Engineering: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L1653: Fortgeschrittenenpraktikum Materialwissenschaften	
Typ	Laborpraktikum
SWS	6
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
Dozenten	Prof. Jörg Weißmüller, Dr. Martin Ritter, Prof. Alexander Schlaich, Prof. Bodo Fiedler, Prof. Gerold Schneider, Prof. Kaline Pagnan Furlan, Prof. Patrick Huber
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Versuch 1: Aktuatoren für moderne Kraftstoffeinspritzsysteme - Synthese und Eigenschaften eines bleifreien Modellaktuators</p> <p>Experimentelle Arbeitspakete: Charakterisierung der Größenverteilung des Ausgangspulvers und Verarbeitung zu einem Grünkörper durch kalt-isostatisches Pressen; Charakterisierung der Kristallographie und Phase über Röntgenbeugung. Charakterisierung der Permittivität und der Potenzial-Dehnungs-Isothermen; Messung von Dichte und Korngröße; Messung der Bruchzähigkeit über Indentationsverfahren.</p> <p>Versuch 2: Auswirkungen von Schädigungen in Faserverbundwerkstoffen auf deren Restfestigkeit</p> <p>Experimentelle Arbeitspakete: Herstellung von Probeplatten im Prepreg/Autoklav-Verfahren; Schadenseinbringung mittels Fallgewicht, Analyse der Schlagschäden mittels Ultraschall; Prüfung der Restfestigkeit der Probeplatten im Druckversuch</p> <p>Versuch 3: Aktuatorik mit nanoporösen Metallen</p> <p>Experimentelle Arbeitspakete: metallurgische Herstellung der Ausgangslegierung durch Erschmelzen im Lichtbogenofen; Umwandlung in einen nanoporösen Körper durch elektrochemische Legierungskorrosion; elektrochemische Charakterisierung, insbesondere hinsichtlich des spezifischen Flächeninhalts und der Strukturgröße; Charakterisierung der elektrochemischen Aktuatorik durch in-situ Dilatometrie in elektrochemischer Umgebung unter Ausnutzung der Mechanismen der Elektrokapillarität</p> <p>Versuch 4: Fluidtransport durch nanoporöse Membranen</p> <p>Experimentelle Arbeitspakete: Anpassung eines Laserinterferometers an den Versuch; Justage des Interferometers; Dokumentation der optischen Signatur während des Kapillarsteigens von Wasser in einer Membran aus nanoporösem Silizium</p> <p>Versuch 5: Mikro- und Nanostrukturanalyse mittels Elektronenmikroskopie</p> <p>Experimentelle Arbeitspakete: Slice-and-View-Tomographie mittels fokussiertem Ionenstrahl und 3D-Rekonstruktion; Zusammensetzungs- und Phasenanalyse im Rasterelektronenmikroskop; Nanoskalige Gefüge- und Kristallstrukturuntersuchung im Transmissionselektronenmikroskop</p> <p>Versuch 6: Modellierung atomistischer Wechselwirkungen mithilfe maschinellem Lernen</p> <p>Quantenchemische Berechnungen von Modellsystemen mittels Dichtefunktionaltheorie; Training eines künstlichen neuronalen Netzwerks auf interatomare Wechselwirkungspotentiale; Molekulardynamik-Simulation der Modellsysteme mithilfe der gelernten Wechselwirkungen; Strukturanalyse und Vergleich mit experimentellen Daten.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Aktuelle Übersichtsartikel aus Fachzeitschriften • Current review articles from scientific journals

Modul M1948: Mechanical Properties (EN)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Mechanisches Verhalten spröder Materialien (L1661)	Vorlesung	2	2
Theorie der Versetzungsplastizität (L1662)	Vorlesung	2	2
Übung zu Mechanische Eigenschaften (HÜ) (L3352)	Hörsaalübung	2	2
Modulverantwortlicher	Prof. Shan Shi		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Werkstoffwissenschaften I/II		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Studierende können in der Kristallographie, Statik (Freikörperbilder, Traktionen) Grundlagen der Thermodynamik (Energie minimierung, Energiebarrieren, Entropie) grundlegende Konzepte erklären.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage, standardisierte Berechnungsmethoden durchzuführen: Tensor Berechnungen, Ableitungen, Integrale, Tensor-Transformationen		
Personale Kompetenzen	Studierende können:		
<i>Sozialkompetenz</i>	- angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig:		
	- eigene Stärken und Schwächen allgemein einzuschätzen		
	- angeleitet durch Lehrende ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und auf dieser Basis weitere Arbeitsschritte zu definieren.		
	- selbständig auf Basis von Vorträgen zu arbeiten um Probleme zu lösen, und, wenn nötig, um Hilfe oder Klarstellungen zu bitten		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	180 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Pflicht Materials Science and Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Produktentstehung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1661: Mechanisches Verhalten spröder Materialien	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Tim Fischer
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Theoretische Festigkeit eines perfekten Materials, theoretische kritische Schubspannung</p> <p>Tatsächliche Festigkeit von spröden Materialien Energiefreisetzungsrates, Spannungsintensitätsfaktor, Bruchkriterium</p> <p>Streuung der Festigkeit Fehlerverteilung, Festigkeitsverteilung, Weibullverteilung</p> <p>Heterogene Materialien I Innere Spannungen, Mikrorisse, Stoffgesetze (E-Modul parallel, senkrecht)</p> <p>Heterogene Materialien II Verstärkungsmechanismen: Rissbrücken, Faser</p> <p>Heterogene Materialien III Verstärkungsmechanismen: Prozesszone</p> <p>Messmethoden der zur Bestimmung der Bruchzähigkeit spröder Materialien</p> <p>R-Kurve, stabiles/ instabile Risswachstum, Fraktographie</p> <p>Thermoschock</p> <p>Unterkritisches Risswachstum v-K-Kurve, Lebensdauerberechnung</p> <p>Kriechen</p> <p>Mechanische Eigenschaften von biologischen Materialien</p> <p>Anwendungsbeispiele zur mechanischen zuverlässigen Auslegung keramischer Bauteile</p>
Literatur	<p>D R H Jones, Michael F. Ashby, Engineering Materials 1, An Introduction to Properties, Applications and Design, Elsevier</p> <p>D.J. Green, An introduction to the mechanical properties of ceramics", Cambridge University Press, 1998</p> <p>B.R. Lawn, Fracture of Brittle Solids", Cambridge University Press, 1993</p> <p>D. Munz, T. Fett, Ceramics, Springer, 2001</p> <p>D.W. Richerson, Modern Ceramic Engineering, Marcel Decker, New York, 1992</p>

Lehrveranstaltung L1662: Dislocation Theory of Plasticity	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Shan Shi
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>This class will cover the principles of dislocation theory from a physical metallurgy perspective, providing a fundamental understanding of the relations between the strength and of crystalline solids and distributions of defects.</p> <p>We will review the concept of dislocations, defining terminology used, and providing an overview of important concepts (e.g. linear elasticity, stress-strain relations, and stress transformations) for theory development. We will develop the theory of dislocation plasticity through derived stress-strain fields, associated self-energies, and the induced forces on dislocations due to internal and externally applied stresses. Dislocation structure will be discussed, including core models, stacking faults, and dislocation arrays (including grain boundary descriptions). Mechanisms of dislocation multiplication and strengthening will be covered along with general principles of creep and strain rate sensitivity. Final topics will include non-FCC dislocations, emphasizing the differences in structure and corresponding implications on dislocation mobility and macroscopic mechanical behavior; and dislocations in finite volumes.</p>
Literatur	<p>Vorlesungsskript</p> <p>Aktuelle Publikationen</p> <p>Bücher:</p> <p>Introduction to Dislocations, by D. Hull and D.J. Bacon</p> <p>Theory of Dislocations, by J.P. Hirth and J. Lothe</p> <p>Physical Metallurgy, by Peter Hassen</p>

Lehrveranstaltung L3352: Exercise on mechanical properties (HÜ)	
Typ	Hörsaalübung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Shan Shi
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	
Literatur	

Modul M1949: Multiphase Materials (EN)			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Flüssigkeiten in porösen Medien (L1659)		Vorlesung	3 3
Polymermatrix Verbundwerkstoffe (L1891)		Vorlesung	3 3
Modulverantwortlicher	Prof. Robert Meißner		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Kenntnisse in den Grundlagen der Polymere, Physik und Mechanik/Mikromechanik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> - die komplexen Zusammenhänge der Mechanik von Verbundwerkstoffen, die Versagensmechanismen und die physikalische Eigenschaften erklären. - die Wechselwirkungen von Mikrostruktur und Eigenschaften der Matrix und der Verstärkungsmaterialien beurteilen. - z.B. unterschiedlichen Fasertypen unter Einbeziehung fachangrenzender Kontexte erläutern (z.B. Nachhaltigkeit, Umweltschutz). <p>Sie kennen unterschiedliche Methoden der Modellierung mehrphasiger Werkstoffe und können diese anwenden.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Studierende sind in der Lage,</p> <ul style="list-style-type: none"> - standardisierte Berechnungsmethoden und Modellierung mit der Finite Elemente Methode in einem angegebenen Kontext einzusetzen, um Diskretisierung, Solver, Programmierung mit Python, Automatisierte Steuerung und Auswertung von Parameterstudien einzusetzen und Beispiele der Elastomechanik (Zug, Biegung, Vierpunktbiegung, Rissausbreitung, J-Integral, Kohäsivzonen-Modelle, Kontakt) zu berechnen. - Das Materialverhalten (Elastizität, Plastizität, kleine und große Deformationen, Modellierung mehrphasiger Materialien) zu bestimmen. - Mechanische Eigenschaften (Modul, Festigkeit) zu berechnen und die unterschiedlichen Materialien zu bewerten. - Überschlägige Dimensionierung mit Hilfe der Netztheorie der Konstruktionselemente durchführen und bewerten. - Für werkstoffliche Probleme geeignete Lösungen auszuwählen: Lösung inverser Probleme (Neuronale Netze, Optimierungsverfahren). 		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Studierende können</p> <ul style="list-style-type: none"> - in heterogen Gruppen zu fundierten Arbeitsergebnissen kommen und diese dokumentieren. - angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen. <p><i>Selbstständigkeit</i> Studierende sind fähig,</p> <ul style="list-style-type: none"> - eigene Stärken und Schwächen einzuschätzen - ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und auf dieser Basis weitere Arbeitsschritte zu definieren. <p>Sie sind fähig, eigene Wissenslücken anhand vorgegebener Quellen zu schließen sowie Fachthemen eigenständig zu erarbeiten. Sie sind ferner in der Lage, vorgegebene Aufgabenstellungen sinnvoll zu erweitern und diese sodann mit selbst zu definierenden Konzepten/Ansätzen pragmatisch zu lösen.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	3h Klausur		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materials Science and Engineering: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L1659: Flüssigkeiten in porösen Medien	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Alexander Schlaich, Prof. Robert Meißner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Das Verhalten von Flüssigkeiten im Inneren ("Bulk") unterscheidet sich grundlegend vom Verhalten an Phasengrenzen. Durch die Modifikation von Grenzflächen mittels einschränkender Geometrien kann diese Verhaltensänderung in einer Vielzahl von Anwendungen genutzt werden. Diese Anwendungen reichen von der Beeinflussung des Phasenverhaltens bis hin zur Steuerung der Adsorptionseigenschaften (transparent/adsorbierend).</p> <p>In dieser LV starten wir mit den thermodynamischen Eigenschaften von Flüssigkeiten, insbesondere um Phasenübergänge (gas/flüssig, flüssig/fest) zu beschreiben. Darauf basierend führen wir Konzepte wie die Freie Energie einer Grenzfläche ein um Benetzungseigenschaften zu beschreiben. Die verwendeten Konzepte eignen sich zur Beschreibung von Flüssigkeiten sowohl an der Grenze zu industriell relevanten Materialien (z.B. Metalle vs. hydrophob beschichtete Oberflächen) als auch biologischer Materialien (Lipide, Prinzipien der Selbstorganisation).</p> <p>Auf dem Verständnis der Grenzflächeneigenschaften aufbauend untersuchen wir dann den Einfluss von Einschränkungen, d.h. thermodynamische Eigenschaften von Flüssigkeiten in porösen Medien. Insbesondere betrachten wir hierbei Effekte wie Kapillarkonsensation, porengrößenabhängige Phasenübergänge und Auswirkungen auf das Transportverhalten. Zuletzt beschäftigen wir uns mit der Frage, wie durch gezieltes Ändern der Benetzungseigenschaften, z.B. durch elektrisches Schalten, funktionale Materialien hergestellt werden können und welche Eigenschaften multi-skalige Materialien, d.h. poröse Medien mit wohldefinierten Porengrößenverteilungen aufweisen.</p>
Literatur	(will be updated during the lecture period)

Lehrveranstaltung L1891: Polymermatrix Verbundwerkstoffe	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Robert Meißner
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Herstellung und Eigenschaften von Carbon Nanotubes (CNTs) and Graphenen (FLG)</p> <p>Herstellung und Eigenschaften von 3-dimensionalen Kohlenstoffstrukturen</p> <p>Herstellung und Eigenschaften von Verbunden aus Kohlenstoff-Strukturen und Thermoplasten bzw. Duromeren als Matrix</p>
Literatur	Aktuelle Veröffentlichungen

Modul M1950: Advanced Functional Materials (EN)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Moderne Funktionsmaterialien (L1625)	Seminar	2	6
Modulverantwortlicher	Prof. Patrick Huber		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Kenntnisse in Werkstoffwissenschaften, z.B. aus den Modulen Werkstoffwissenschaft I/II		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden können die Eigenschaften von modernen Hochleistungswerkstoffen sowie deren Einsatz in der Technik erläutern. Sie können die werkstoffwissenschaftliche Bedeutung und Anwendung von metallischen Werkstoffen, Keramiken, Polymeren, Halbleitern sowie von modernen Kompositmaterialien (insbesondere Biomaterialien) und Nanomaterialien beschreiben.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind nach dem Erlernen grundlegender Prinzipien des Materialdesigns in der Lage, selbst neue Materialkonfigurationen mit gewünschten Eigenschaften zusammenzustellen. Die Studierenden können einen Überblick über moderne Werkstoffe geben und optimale Werkstoffkombinationen für vorgegebene Anwendungen zusammenstellen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können Lösungen gegenüber Spezialisten präsentieren und Ideen weiterentwickeln.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können ...		
	<ul style="list-style-type: none"> • ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln. • benötigtes Wissen aneignen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 152, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Referat		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materials Science and Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Produktentstehung: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht		
Lehrveranstaltung L1625: Moderne Funktionsmaterialien			
Typ	Seminar		
SWS	2		
LP	6		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 152, Präsenzstudium 28		
Dozenten	Prof. Patrick Huber, Prof. Bodo Fiedler, Prof. Gerold Schneider, Prof. Jörg Weißmüller, Prof. Kaline Pagnan Furlan, Prof. Robert Meißner		
Sprachen	DE/EN		
Zeitraum	WiSe		
Inhalt	1. Poröse Festkörper - Präparation, Charakterisierung und Funktionalitäten 2. Fluidik mit nanoporösen Membranen 3. Thermoplastische Elastomere 4. Eigenschaftsoptimierung von Kunststoffen durch Nanopartikel 5. Faserverbundwerkstoffe 6. Werkstoffmodellierung auf quantenmechanischer Basis 7. Biomaterialien		
Literatur	Aktuelle Publikationen aus der Fachliteratur werden während der Veranstaltung bekanntgegeben.		

Modul M1951: Study work on Modern Issues in the Materials Sciences (EN)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Prof. Jörg Weißmüller		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse in Materialwissenschaften		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Auf dem Gebiet der Studienarbeit können die Studierenden zum Stand der Forschung, Entwicklung oder Anwendung Beispiele geben und diese kritisch unter Berücksichtigung aktueller Probleme und Rahmenbedingungen in Wissenschaft und Gesellschaft diskutieren.</p> <p>Sie kennen die für die spezifische Fragestellung relevanten materialwissenschaftlichen Grundlagen sowie geeignete methodische Ansätze zur Lösung der Problemstellung der Studienarbeit.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden haben sich mit der Vorgehensweise zur selbständigen Erarbeitung des Hintergrundwissens für die Lösungen eines materialwissenschaftlichen Spezialthemas vertraut gemacht. Sie können hierfür relevante Ressourcen (zum Beispiel Suchmaschinen und Datenbanken für wissenschaftliche Publikationen oder Patente) nutzen.</p> <p>Sie sind vertraut mit dem Verfassen eines auf ein Fachpublikum zielenden Berichts, einschließlich der Konventionen für Gliederung, Literaturzitate und Bibliografie.</p> <p>Wissenschaftliche Arbeitstechniken, die sie zur eigenen Projektbearbeitung gewählt haben, können sie detailliert darlegen und kritisch erörtern.</p> <p>Die Studierenden können selbstständig Experimente, Berechnungen oder Simulationen zum Spezialthema der Studienarbeit durchführen, die Daten analysieren und die Ergebnisse kritisch diskutieren.</p>		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können</p> <ul style="list-style-type: none"> • wissenschaftliche Ergebnisse Zielgruppengerecht diskutieren • Ergebnisse in einer Studienarbeit dokumentieren • wissenschaftlicher Themen in Vortragsform präsentieren <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden sind vertraut mit den Herausforderungen und der Vorgehensweise bei der selbständigen Lösung einer neuen Forschungsaufgabe auf dem Gebiet der Materialwissenschaft (siehe dazu auch Fachkompetenz/Fertigkeiten).</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 360, Präsenzstudium 0		
Leistungspunkte	12		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Studienarbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	laut FSPO		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materials Science and Engineering: Kernqualifikation: Pflicht		

Fachmodule der Vertiefung Engineering Materials

In der Vertiefung Konstruktionswerkstoffe erlernen die Studierenden die ingenieurmäßige Anwendung der verschiedenen Werkstoffgruppen auch unter technologischen Gesichtspunkten. Die Studierenden sind in der Lage Entscheidungen bzgl. der Werkstoffauswahl, Fertigung, Qualitätssicherung und Schadensbewertung durchzuführen.

Modul M1342: Kunststoffe			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Aufbau und Eigenschaften der Kunststoffe (L0389)	Vorlesung	2	3
Verarbeitung und Konstruieren mit Kunststoffen (L1892)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Bodo Fiedler		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen aus der Chemie / Physik / Werkstoffkunde		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende können		
	<ul style="list-style-type: none"> - die Grundlagen der Kunststoffe wiedergeben und kennen die entsprechenden Prüf- und Analysemethoden. - die komplexen Zusammenhänge Struktur-Eigenschaftsbeziehung erklären. - die Wechselwirkungen von chemischen Aufbau der Polymere unter Einbeziehung fachangrenzender Kontexte erläutern (z.B. Nachhaltigkeit, Umweltschutz). 		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage standardisierte Berechnungsmethoden in einem angegebenen Kontext einzusetzen, um		
	<ul style="list-style-type: none"> - mechanische Eigenschaften (Modul, Festigkeit) zu berechnen und die unterschiedlichen Materialien zu bewerten. - für werkstoffliche Probleme geeignete Lösungen auszuwählen und zu dimensionieren, z.B. Steifigkeit, Korrosion, Festigkeit. 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können		
	<ul style="list-style-type: none"> - in heterogenen Gruppen zu fundierten Arbeitsergebnissen kommen und diese dokumentieren. - angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig,		
	<ul style="list-style-type: none"> - eigene Stärken und Schwächen einzuschätzen - ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und auf dieser Basis weitere Arbeitsschritte zu definieren. - mögliche Konsequenzen ihres beruflichen Handelns einzuschätzen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	180 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Engineering Materials: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0389: Aufbau und Eigenschaften der Kunststoffe	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Janina Mittelhaus, Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Struktur und Eigenschaften der Kunststoffe - Aufbau des Makromoleküls Konstitution, Konfiguration, Konformation, Bindungen, Polyreaktionen, Molekulargewichtsverteilung - Morphologie Amorph, Kristallisation, Mischungen - Eigenschaften Elastizität, Plastizität, Wechselbelastungen, - Thermische Eigenschaften, - Elektrische Eigenschaften - Theoretische Modelle zur Vorhersage der Eigenschaften - Anwendungsbeispiele
Literatur	Ehrenstein: Polymer-Werkstoffe, Carl Hanser Verlag

Lehrveranstaltung L1892: Verarbeitung und Konstruieren mit Kunststoffen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Janina Mittelhaus, Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Verarbeitung der Kunststoffe: Eigenschaften; Kalandrieren; Extrusion; Spritzgießen; Thermoformen; Schäumen; Fügen</p> <p>Designing with Polymers: Materials Selection; Structural Design; Dimensioning</p>
Literatur	<p>Oswald, Menges: Materials Science of Polymers for Engineers, Hanser Verlag</p> <p>Crawford: Plastics engineering, Pergamon Press</p> <p>Michaeli: Einführung in die Kunststoffverarbeitung, Hanser Verlag</p> <p>Konstruieren mit Kunststoffen, Gunter Erhard , Hanser Verlag</p>

Modul M1952: Fatigue of metallic structural materials and methods for extending service life (EN)			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Ermüdung metallischer Strukturwerkstoffe (L2355)		Vorlesung	2 3
Verfahren für die Lebensdauererlängerung (L2356)		Vorlesung	2 3
Modulverantwortlicher	Dr. Nikolai Kashaev		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse der Werkstofftechnik und Werkstoffmechanik.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Die Studierenden sind in der Lage, die Ermüdungsproblematik bei metallischen Werkstoffen sowie bei Strukturen und Bauteilen unter Berücksichtigung von Werkstoff- und Fertigungsaspekten in ihrer Gesamtheit zu verstehen.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage, Ermüdungsverhalten der Bauteile zu beschreiben sowie Strategien für ein optimales Design der Bauteile in Hinblick auf deren Ermüdungsverhalten selbstständig vornehmen zu können.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden sind in der Lage, Ermüdungsprobleme in metallischen Strukturbauteilen und ihre Lösungen für eine optimale Auslegung von Bauteilen in Hinblick auf ihr Ermüdungsverhalten mit anderen zu diskutieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, ihr eigenes Verständnis komplexer Ermüdungsprobleme bei Strukturbauteilen und geeigneter Methoden zur Lebensdauererlängerung zu überprüfen, indem sie Varianten konkreter Aufgaben oder Probleme lösen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materials Science and Engineering: Vertiefung Engineering Materials: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2355: Ermüdung metallischer Strukturwerkstoffe	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Nikolai Kashaev
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Das Modul mit zwei Vorlesungen zielt darauf ab, den Studenten die Grundkenntnisse zum Ermüdungsverhalten der metallischen Verfahren zu vermitteln. Dabei werden nicht nur Werkstofftechnische Aspekte der Schädigungsentwicklung, sondern auch werkstoffmechanische Methoden der Strukturintegritätsbewertung betrachtet. Im Rahmen der Vorlesung „Ermüdung der metallischen Konstruktionswerkstoffe“ werden den Studenten Kenntnisse sowohl in der experimentellen Werkstoff- und Komponentenprüfung mit Hinblick auf Ermüdung und Schadenstoleranz als auch bruchmechanische Ansätze für die Beschreibung der Ermüdungsverhalten vermittelt. Die wichtigen Aspekte der Vorlesung „Methoden für die Lebensdauererlängerung“ sind zum einen Berücksichtigung des Einflusses der Eigenspannungen auf das Ermüdungsverhalten und zum anderen der Einsatz der Konstruktions- sowie Oberflächenmodifikationsmethoden für die Lebensdauererlängerung. Ziel des Moduls ist die Befähigung der Studenten, das Ermüdungsproblem in metallischen Werkstoffen sowie Strukturen und Bauteilen mit Berücksichtigung der Fertigungsaspekte übergreifend zu verstehen, sowie Strategien für ein optimales Fatigue-Design selbstständig vornehmen zu können.</p> <p>Inhalte der Lehrveranstaltung "Ermüdung metallischer Strukturwerkstoffe":</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Einleitung. Grundlegende Aspekte des Ermüdungsverhaltens von metallischen Konstruktionswerkstoffen 2. Elemente der Bruchmechanik 3. Ermüdungseigenschaften von metallischen Werkstoffen 4. Ermüdungsfestigkeit. Spannungskonzentrationen an Kerben 5. Ermüdungsfestigkeit. Belastung mit variabler Amplitude 6. Ermüdungsrissausbreitung 7. Vorhersage der Ermüdungsrissausbreitung. Belastung mit variabler Amplitude 8. Vorhersage der Ermüdungsrissausbreitung unter Berücksichtigung von Eigenspannungen 9. Ermüdung bei niedrigen Zyklen 10. Bruchmechanische Vorhersage des Ermüdungsverhaltens 11. Spannungsrisskorrosion. Korrosionsermüdung 12. Reibende Ermüdung. 13. Ermüdung bei hohen und niedrigen Temperaturen. 14. Konzepte zur Bewertung der Strukturintegrität (Fail-Safe, Safe-Life, Schadenstoleranz, Defekttoleranz) 15. Schadenstoleranzdesign von additiv gefertigten Komponenten
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Schijve J. Fatigue of Structures and Materials. 2nd ed. Delft: Springer; 2009. 2. McEvily A.J. Metal Failures. Mechanisms, Analysis, Prevention. 2nd ed. Hoboken: Wiley; 2013. 3. Eswara Prasad N, Wanhill RJH, eds. Aerospace Materials and Material Technologies. Volume 2: Aerospace Material Technologies. Singapore: Springer; 2017. 4. Xiong J.J., Shenoi R.A. Fatigue and Fracture Reliability Engineering. Springer, 2011. 5. Tavares SMO, de Castro PMST. An overview of fatigue in aircraft structures. Fatigue Fract Eng Mater Struct. 2017;40(10):1510-1529. 6. Sticchi M, Schnubel D, Kashaev N, Huber N. Review of residual stress modification techniques for extending the fatigue life of metallic aircraft components. Appl Mech Rev. 2015;67(1):010801. 7. Zerbst U, Bruno G, Buffiere JY, et al. Damage tolerant design of additively manufactured metallic components subjected to cyclic loading: State of the art and challenges. Progr Mater Sci. 2021;121:100786.

Lehrveranstaltung L2356: Verfahren für die Lebensdauererlängerung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Nikolai Kashaev
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Das Modul mit zwei Vorlesungen zielt darauf ab, den Studenten die Grundkenntnisse zum Ermüdungsverhalten der metallischen Werkstoffe zu vermitteln. Dabei werden nicht nur Werkstofftechnische Aspekte der Schädigungsentwicklung, sondern auch werkstoffmechanische Methoden der Strukturintegritätsbewertung betrachtet. Im Rahmen der Vorlesung „Ermüdung der metallischen Konstruktionswerkstoffe“ werden den Studenten Kenntnisse sowohl in der experimentellen Werkstoff- und Komponentenprüfung mit Hinblick auf Ermüdung und Schadenstoleranz als auch bruchmechanische Ansätze für die Beschreibung der Ermüdungsverhalten vermittelt. Die wichtigen Aspekte der Vorlesung „Verfahren für die Lebensdauererlängerung“ sind zum einen Berücksichtigung des Einflusses der Eigenspannungen auf das Ermüdungsverhalten und zum anderen der Einsatz der Konstruktions- sowie Oberflächenmodifikationsmethoden für die Lebensdauererlängerung. Ziel des Moduls ist die Befähigung der Studenten, das Ermüdungsproblem in metallischen Werkstoffen sowie Strukturen und Bauteilen mit Berücksichtigung der Fertigungsaspekte übergreifend zu verstehen, sowie Strategien für ein optimales Fatigue-Design selbstständig vornehmen zu können.</p> <p>Inhalte der Lehrveranstaltung "Verfahren für die Lebensdauererlängerung":</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Degradation und Versagen von metallischen Konstruktionswerkstoffen 2. Versagensmechanismen von metallischen Konstruktionswerkstoffen 3. Thermische und Eigenspannungen 4. Techniken zur Analyse von Eigenspannungen 5. Grundlegende Aspekte von Fe-C-Legierungen und deren Basistechnologien für die Herstellung von Komponenten 6. Grundlegende Aspekte von metallischen Leichtbauwerkstoffen und deren Basistechnologien für die Herstellung von Bauteilen 7. Oberflächentechnik. Thermochemische Wärmebehandlung. Beschichtungen 8. Oberflächentechnik. Mechanische Oberflächenbehandlungstechniken 9. Empfehlungen aus der Werkstofftechnik für die Gestaltung von Bauteilen 10. Fertigungstechnologien und ihr Einfluss auf Eigenspannungszustand und Ermüdungseigenschaften
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Schijve J. Fatigue of Structures and Materials. 2nd ed. Delft: Springer; 2009. 2. McEvily A.J. Metal Failures. Mechanisms, Analysis, Prevention. 2nd ed. Hoboken: Wiley; 2013. 3. Eswara Prasad N, Wanhill RJH, eds. Aerospace Materials and Material Technologies. Volume 2: Aerospace Material Technologies. Singapore: Springer; 2017. 4. Xiong J.J., Shenoi R.A. Fatigue and Fracture Reliability Engineering. Springer, 2011. 5. Tavares SMO, de Castro PMST. An overview of fatigue in aircraft structures. Fatigue Fract Eng Mater Struct. 2017;40(10):1510-1529. 6. Sticchi M, Schnubel D, Kashaev N, Huber N. Review of residual stress modification techniques for extending the fatigue life of metallic aircraft components. Appl Mech Rev. 2015;67(1):010801. 7. Zerbst U, Bruno G, Buffiere JY, et al. Damage tolerant design of additively manufactured metallic components subjected to cyclic loading: State of the art and challenges. Progr Mater Sci. 2021;121:100786.

Modul M1344: Verarbeitung von Faser-Kunststoff-Verbunde			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Verarbeitung von Faser-Kunststoff-Verbunde (L1895)		Vorlesung	2 3
Vom Molekül zum Composite Bauteil (L1516)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Bodo Fiedler		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Kenntnisse in den Grundlagen der Chemie / Physik / Werkstoffkunde		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können einen Überblick über die fachlichen Details der Verarbeitung von Verbunderkstoffen geben und können ihre Zusammenhänge erklären. Sie können relevante Problemstellungen in fachlicher Sprache beschreiben und kommunizieren. Sie können den typischen Ablauf bei der Lösung praxisnaher Probleme schildern und Ergebnisse präsentieren.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können ihr Grundlagenwissen aus dem Maschinenbau in die Lösung praktischer Aufgabenstellung transferieren. Sie erkennen und überwinden typische Probleme bei der Umsetzung maschinenbaulicher Projekte. Sie können für nicht-standardisierte Fragestellungen Lösungskonzepte erarbeiten, vergleichen und auswählen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können in kleinen, fachlich gemischten Gruppen gemeinsam Lösungen für maschinenbauliche Probleme entwickeln und diese einzeln oder in Gruppen vor Fachpersonen präsentieren und erläutern. Sie können alternative Lösungswege einer maschinenbaulichen Aufgabenstellung eigenständig oder in Gruppen entwickeln sowie Vor- bzw. Nachteile diskutieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage anhand von zur Verfügung gestellten Unterlagen maschinenbauliche Fragestellungen selbstständig zu lösen. Sie sind fähig, eigene Wissenslücken anhand vorgegebener Quellen zu schließen sowie Fachthemen eigenständig zu erarbeiten. Sie sind ferner in der Lage vorgegebene Aufgabenstellungen sinnvoll zu erweitern und diese sodann mit selbst zu definierenden Konzepten/Ansätzen pragmatisch zu lösen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Engineering Materials: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Produktentstehung: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1895: Verarbeitung von Faser-Kunststoff-Verbunde	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Verarbeitung der Verbundwerkstoffe: Handlaminierten; Pre-Preg; GMT; BMC; SMC; RIM; Pultrusion; Wickelverfahren
Literatur	Åström: Manufacturing of Polymer Composites, Chapman and Hall

Lehrveranstaltung L1516: Vom Molekül zum Composite Bauteil	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die Studierenden bekommen die Aufgabenstellung in Form einer Kundenanfrage für die Entwicklung und Fertigung eines MTB-Lenkers aus Faserverbundwerkstoffen. In der Aufgabenstellung sind technische und normative Anforderungen angeführt, alle weiteren benötigten Informationen kommen aus den Vorlesungen und Übungen bzw. den jeweiligen Unterlagen (elektronisch und im Gespräch).</p> <p>Der Ablauf ist in einem Meilensteinplan angegeben und ermöglicht den Studierenden Teilaufgaben zu planen und so kontinuierlich zu arbeiten. Bei Projektende besitzt jede Gruppe einen selbst gefertigten Lenker mit geprüfter Qualität.</p> <p>In den einzelnen Projekttreffen werden die Konzeption (Diskussion der Anforderungen und Risiken) hinterfragt. Die Berechnungen analysiert, die Fertigungsmethoden evaluiert und festgelegt. Materialien werden ausgewählt und der Lenker wird gefertigt. Die Qualität und die mechanischen Eigenschaften werden geprüft und eingeordnet. Am Ende Abschlussbericht erstellt (Zusammenstellung der Ergebnisse für den „Kunden“).</p> <p>Nach der Prüfung während des „Kunden/Lieferanten Gesprächs“ gibt es ein gegenseitiges Feedback-gespräch („lessons learned“), um die kontinuierliche Verbesserung sicher zu stellen .</p>
Literatur	Åström: Manufacturing of Polymer Composites, Chapman and Hall

Modul M1343: Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde (L1894)	Vorlesung	2	3
Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde (L2614)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde (L2613)	Hörsaalübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Bodo Fiedler		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen aus der Chemie / Physik / Werkstoffkunde		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende können - die Grundlagen der Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) und ihrer Konstituenten (Faser / Matrix) wiedergeben und kennen die entsprechenden Prüf- und Analysemethoden. - die komplexen Zusammenhänge Struktur-Eigenschaftsbeziehung erklären. - die Wechselwirkungen von chemischen Aufbau der Polymere, deren Verarbeitung mit den unterschiedlichen Fasertypen unter Einbeziehung fachangrenzender Kontexte erläutern (z.B. Nachhaltigkeit, Umweltschutz).		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage standardisierte Berechnungsmethoden in einem angegebenen Kontext einzusetzen, um <ul style="list-style-type: none"> • mechanische Eigenschaften (Modul, Festigkeit) zu berechnen und die unterschiedlichen Materialien zu bewerten. • überschlägige Dimensionierung mit Hilfe der Netztheorie der Konstruktionselemente durchführen und bewerten. • für werkstoffliche Probleme geeignete Lösungen auszuwählen und zu Dimensionieren z.B. Steifigkeit, Korrosion, Festigkeit. 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können <ul style="list-style-type: none"> • in heterogen Gruppen zu fundierten Arbeitsergebnissen kommen und diese dokumentieren. • angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig, <ul style="list-style-type: none"> - eigene Stärken und Schwächen einzuschätzen. - ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und auf dieser Basis weitere Arbeitsschritte zu definieren. - mögliche Konsequenzen ihres beruflichen Handelns einzuschätzen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Pflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Engineering Materials: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktentwicklung: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Produktion: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Vertiefung Werkstoffe: Pflicht Regenerative Energien: Vertiefung Bioenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Windenergiesysteme: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1894: Structure and properties of fibre-polymer-composites	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> - Microstructure and properties of the matrix and reinforcing materials and their interaction - Development of composite materials - Mechanical and physical properties - Mechanics of Composite Materials - Laminate theory - Test methods - Non destructive testing - Failure mechanisms - Theoretical models for the prediction of properties - Application
Literatur	Hall, Clyne: Introduction to Composite materials, Cambridge University Press Daniel, Ishai: Engineering Mechanics of Composites Materials, Oxford University Press Mallick: Fibre-Reinforced Composites, Marcel Dekker, New York

Lehrveranstaltung L2614: Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die Studierenden erhalten die Aufgabenstellung in Form eines Materialdesigns für Prüfkörper aus Faserverbundwerkstoffen. Technische und normative Anforderungen sind in der Aufgabenstellung aufgeführt, alle weiteren benötigten Informationen stammen aus den Vorlesungen und Übungen bzw. den entsprechenden Unterlagen (elektronisch und im Gespräch).</p> <p>Das Vorgehen ist in einem Meilensteinplan festgelegt und ermöglicht es den Studierenden, Teilaufgaben zu planen und so kontinuierlich zu arbeiten. Am Ende des Projekts wurden verschiedene Probekörper im Zug- oder Biegeversuch geprüft.</p> <p>In den einzelnen Projektbesprechungen wird die Konzeption (Diskussion der Anforderungen und Risiken) hinterfragt. Die Berechnungen werden analysiert, die Produktionsmethoden werden bewertet und festgelegt. Die Werkstoffe werden ausgewählt und die Probekörper normgerecht hergestellt. Die Qualität und die mechanischen Eigenschaften werden geprüft und klassifiziert. Am Ende wird ein Abschlussbericht erstellt und die Ergebnisse werden allen Teilnehmern in Form einer Präsentation vorgestellt und diskutiert.</p>
Literatur	Hall, Clyne: Introduction to Composite materials, Cambridge University Press Daniel, Ishai: Engineering Mechanics of Composites Materials, Oxford University Press Mallick: Fibre-Reinforced Composites, Marcel Dekker, New York

Lehrveranstaltung L2613: Structure and properties of fibre-polymer-composites	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>The contents of the lecture are repeated and deepened using practical examples.</p> <p>Calculations are carried out together or individually, and the results are discussed critically.</p>
Literatur	Hall, Clyne: Introduction to Composite materials, Cambridge University Press Daniel, Ishai: Engineering Mechanics of Composites Materials, Oxford University Press Mallick: Fibre-Reinforced Composites, Marcel Dekker, New York

Modul M1665: Auslegung und Dimensionierung von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV)			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Auslegung und Dimensionierung von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) (L1893)	Vorlesung	2	3
Auslegung und Dimensionierung von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) (L2616)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	2
Auslegung und Dimensionierung von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV) (L2615)	Hörsaalübung	1	1
Modulverantwortlicher	Prof. Bodo Fiedler		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen aus der Chemie / Physik / Werkstoffkunde		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende können		
	<ul style="list-style-type: none"> - die Grundlagen der Faser-Kunststoff-Verbunde (FKV) und ihrer Konstituenten (Faser / Matrix) wiedergeben und kennen die entsprechenden Prüf- und Analysemethoden. - die komplexen Zusammenhänge Struktur-Eigenschaftsbeziehung erklären. - die Wechselwirkungen von chemischen Aufbau der Polymere, deren Verarbeitung mit den unterschiedlichen Fasertypen unter Einbeziehung fachangrenzender Kontexte erläutern (z.B. Nachhaltigkeit, Umweltschutz). 		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage standardisierte Berechnungsmethoden in einem angegebenen Kontext einzusetzen, um <ul style="list-style-type: none"> • mechanische Eigenschaften (Modul, Festigkeit) zu berechnen und die unterschiedlichen Materialien zu bewerten. • überschlägige Dimensionierung mit Hilfe der Netztheorie der Konstruktionselemente durchführen und bewerten. • für werkstoffliche Probleme geeignete Lösungen auszuwählen und zu Dimensionieren z.B. Steifigkeit, Korrosion, Festigkeit. 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können		
	<ul style="list-style-type: none"> • in heterogen Gruppen zu fundierten Arbeitsergebnissen kommen und diese dokumentieren. • angemessen Feedback geben und mit Rückmeldungen zu ihren eigenen Leistungen konstruktiv umgehen. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig, <ul style="list-style-type: none"> - eigene Stärken und Schwächen einzuschätzen. - ihren jeweiligen Lernstand konkret zu beurteilen und auf dieser Basis weitere Arbeitsschritte zu definieren. - mögliche Konsequenzen ihres beruflichen Handelns einzuschätzen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Engineering Materials: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1893: Design with fibre-polymer-composites	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Designing with Composites: Laminate Theory; Failure Criteria; Design of Pipes and Shafts; Sandwich Structures; Notches; Joining Techniques; Compression Loading; Examples
Literatur	Konstruieren mit Kunststoffen, Gunter Erhard , Hanser Verlag

Lehrveranstaltung L2616: Auslegung und Dimensionierung von Faser-Kunststoff-Verbunden (FKV)	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Die Studierenden erhalten die Aufgabenstellung in Form eines Materialdesigns für Prüfkörper aus Faserverbundwerkstoffen. Technische und normative Anforderungen sind in der Aufgabenstellung aufgeführt, alle weiteren benötigten Informationen stammen aus den Vorlesungen und Übungen bzw. den entsprechenden Unterlagen (elektronisch und im Gespräch).</p> <p>Das Vorgehen ist in einem Meilensteinplan festgelegt und ermöglicht es den Studierenden, Teilaufgaben zu planen und so kontinuierlich zu arbeiten. Am Ende des Projekts wurden verschiedene Probekörper im Zug- oder Biegeversuch geprüft.</p> <p>In den einzelnen Projektbesprechungen wird die Konzeption (Diskussion der Anforderungen und Risiken) hinterfragt. Die Berechnungen werden analysiert, die Produktionsmethoden werden bewertet und festgelegt. Die Werkstoffe werden ausgewählt und die Probekörper normgerecht hergestellt. Die Qualität und die mechanischen Eigenschaften werden geprüft und klassifiziert. Am Ende wird ein Abschlussbericht erstellt und die Ergebnisse werden allen Teilnehmern in Form einer Präsentation vorgestellt und diskutiert.</p>
Literatur	Konstruieren mit Kunststoffen, Gunter Erhard , Hanser Verlag

Lehrveranstaltung L2615: Design with fibre-polymer-composites	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	The contents of the lecture are repeated and deepened using practical examples. Calculations are carried out together or individually, and the results are discussed critically.
Literatur	Konstruieren mit Kunststoffen, Gunter Erhard , Hanser Verlag

Modul M1796: Magnetic resonance in engineering			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Grundlagen der Magnetresonanz (L2968)		Vorlesung	3 3
Magnetresonanz in den Ingenieurwissenschaften (L2969)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3 3
Modulverantwortlicher	Dr. Stefan Benders		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	No special previous knowledge is necessary.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	This module covers the fundamentals of nuclear magnetic resonance spectroscopy (NMR) and magnetic resonance imaging (MRI) and their applications in engineering disciplines. The module consists of a classical lecture complemented by a problem-based learning course that includes practical hands-on experience on magnetic resonance devices. The module will be held in English.		
<i>Fertigkeiten</i>	After the successful completion of the course the students shall: <ol style="list-style-type: none"> 1. Understand the physical principles and practical aspects of magnetic resonance in engineering. 2. Know how to safely operate NMR and MRI systems. 3. Know how to run standard experimental sequences and how to implement more advanced sequence protocols. 4. Have an overview of the current capabilities and limits of the MR technique 		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	In the problem-based course Magnetic Resonance in Engineering, the students will obtain hands-on experience on how to operate NMR spectrometers and high-field and low-field MRI systems. The course will cover safety aspects, pulse sequence design, spectral image analysis, and image reconstruction. The students will work in small groups on practical tasks on different NMR and MRI systems located at the campus of TUHH.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Through the practical character of the PBL course, the student shall improve their communication skills.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Energie- und Bioprozesstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Engineering Materials: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Nano and Hybrid Materials: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2968: Fundamentals of Magnetic Resonance	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr. Stefan Benders
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>This lecture covers the fundamentals magnetic resonance imaging (MRI) and magnetic resonance spectroscopy (NMR). It focuses on the following topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. The fundamentals of magnetic resonance: magnetism, magnetic fields, radiofrequency, spin, relaxation 2. Hardware for magnetic resonance: magnets (high-field and low-field), radiofrequency coil design, magnetic field gradients 3. NMR-Spectroscopy: chemical shift, J-Coupling, 2D NMR, solid-state, MAS 4. Relaxometry: single-sided NMR, contrasts, 5. Magnetic resonance imaging (MRI): gradients, coils, k-space, imaging sequences, ultrafast Imaging, parallel imaging, velocimetry, CEST 6. Hyperpolarization techniques: DNP, p-H₂, optical pumping with Xe 7. Applications of magnetic resonance in chemical engineering 8. Applications of magnetic resonance in material science and engineering 9. Applications of magnetic resonance in biomedical engineering
Literatur	<p>Stapf, S., & Han, S. (2006). NMR imaging in chemical engineering. Weinheim: Wiley-VCH. ISBN: 978-3-527-60719-8</p> <p>Blümich B., (2003) NMR imaging of materials. Oxford University Press, Online- ISBN: 9780191709524 , doi: https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198526766.001.0001</p> <p>Brown R. W., Cheng Y. N., Haacke E. M., Thompson M. R., Venkatesan R., (2014) Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., doi: 10.1002/9781118633953</p> <p>Haber-Pohlmeier, Sabina, Bernhard Blumich, and Luisa Ciobanu, (2022) Magnetic Resonance Microscopy: Instrumentation and Applications in Engineering, Life Science, and Energy Research. John Wiley & Sons</p>

Lehrveranstaltung L2969: Magnetic Resonance in Engineering	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr. Stefan Benders
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	In this course, the theoretical basics of magnetic resonance spectroscopy and magnetic resonance tomography are supplemented with practical experiments on the respective devices. The practical handling and operation of the equipment will be learned.
Literatur	<p>Stapf, S., & Han, S. (2006). NMR imaging in chemical engineering. Weinheim: Wiley-VCH. ISBN: 978-3-527-60719-8</p> <p>Blümich B., (2003) NMR imaging of materials. Oxford University Press, Online- ISBN: 9780191709524, doi: https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198526766.001.0001</p> <p>Brown R. W., Cheng Y. N., Haacke E. M., Thompson M. R., Venkatesan R., (2014) Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., doi: 10.1002/9781118633953</p>

Modul M1915: Materialwissenschaftliches Seminar			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Seminar Metallische Nanomaterialien (L1757)	Seminar	2	3
Seminar Verbundwerkstoffe (L1758)	Seminar	2	3
Seminar keramische Hochleistungsmaterialien (L1801)	Seminar	2	3
Seminar zu grenzflächenbestimmten Materialien (L1795)	Seminar	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Jörg Weißmüller		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse Nanomaterialien, Elektrochemie, Grenzflächenphysik, Mechanik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können die wichtigsten Sachverhalte und Zusammenhänge eines vergebenen Themas aus der Materialwissenschaft verständlich erklären.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage, ein vorgegebenes Thema aus der Materialwissenschaft zu erarbeiten und eine klare, strukturierte und verständliche Präsentation des Stoffes zu geben. Sie können eine vorgegebene Zeitdauer des Vortrags einhalten. Sie können eine schriftliche Zusammenfassung einschließlich Illustrationen in englischer Sprache verfassen, die die wichtigsten Ergebnisse, Zusammenhänge und Erläuterungen des Stoffes enthält.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können sich hinsichtlich Inhalt, Detailliertheit und Präsentationsstil ihres Vortrags auf die Zusammensetzung und die Vorkenntnisse der Zuhörerschaft einstellen. Sie können Fragen aus dem Auditorium knapp und präzise beantworten.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig eine Literaturrecherche zu einem gegebenen Thema durchzuführen. Sie sind in der Lage, selbstständig zu entscheiden, welche Teile des Materials im Vortrag aufgenommen werden sollten.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	3		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materials Science and Engineering: Vertiefung Engineering Materials: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Modeling: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Nano and Hybrid Materials: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1757: Seminar Metallische Nanomaterialien	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Jörg Weißmüller, Prof. Shan Shi
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	Aktuelle Themen der Materialforschung auf dem Gebiet der metallischen Nanomaterialien.
Literatur	Ausgehend von aktuellen Fachpublikationen erarbeiten die Studierenden unter Anleitung die wissenschaftlichen Grundlagen und stellen dazu die jeweils relevanten Arbeiten aus der Fachliteratur zusammen. Based on current scientific publications, and under guidance, students work out the scientific fundamentals and compile the relevant works from the professional literature in each case.

Lehrveranstaltung L1758: Seminar Verbundwerkstoffe	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	Aktuelle Themen der Materialforschung auf dem Gebiet der Polymere, deren Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien.
Literatur	Based on current scientific publications, and under guidance, students work out the scientific fundamentals and compile the relevant works from the professional literature in each case.

Lehrveranstaltung L1801: Seminar keramische Hochleistungsmaterialien	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Gerold Schneider, Prof. Kaline Pagnan Furlan
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L1795: Seminar zu grenzflächenbestimmten Materialien	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Patrick Huber
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	
Literatur	

Modul M1345: Metallic and Hybrid Light-weight Materials			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Fügen von Polymer-Metall Leichtbaustrukturen (L0500)		Vorlesung	2 2
Fügen von Polymer-Metall Leichtbaustrukturen (L0501)		Laborpraktikum	1 1
Metallische Werkstoffe für den Leichtbau (L1660)		Vorlesung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Marcus Rutner		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i> <i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i>			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 110, Präsenzstudium 70		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	45 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Engineering Materials: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0500: Joining of Polymer-Metal Lightweight Structures	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Marcus Rutner
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Contents:</p> <p>The lecture and the related laboratory exercises intend to provide an insight on advanced joining technologies for polymer-metal lightweight structures used in engineering applications. A general understanding of the principles of the consolidated and new technologies and its main fields of applications is to be accomplished through theoretical and practical lectures.</p> <p>Theoretical Lectures:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Review of the relevant properties of Lightweight Alloys, Engineering Plastics and Composites in Joining Technology • Introduction to Welding of Lightweight Alloys, Thermoplastics and Fiber Reinforced Plastics • Mechanical Fastening of Polymer-Metal Hybrid Structures • Adhesive Bonding of Polymer-Metal Hybrid Structures • Fusion and Solid State Joining Processes of Polymer-Metal Hybrid Structures • Hybrid Joining Methods and Direct Assembly of Polymer-Metal Hybrid Structures <p>Laboratory Exercises:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Joining Processes: Introduction to state-of-the-art joining technologies • Introduction to metallographic specimen preparation, optical microscopy and mechanical testing of polymer-metal joints <p>Course Outcomes:</p> <p>After successful completion of this unit, students should be able to understand the principles of welding and joining of polymer-metal lightweight structures as well as their application fields.</p>
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • S. T. Amancio-Filho, L.-A. Blaga, Joining of Polymer-Metal Hybrid Structures, Wiley, 2018 • J.F. Shackelford, Introduction to materials science for engineers, Prentice-Hall International • J. Rotheiser, Joining of Plastics, Handbook for designers and engineers, Hanser Publishers • D.A. Grewell, A. Benatar, J.B. Park, Plastics and Composites Welding Handbook • D. Lohwasser, Z. Chen, Friction Stir Welding, From basics to applications, Woodhead Publishing Limited • J. Friedrich, Metal-Polymer Systems: Interface Design and Chemical Bonding, Wiley, 2017

Lehrveranstaltung L0501: Joining of Polymer-Metal Lightweight Structures	
Typ	Laborpraktikum
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Marcus Rutner
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L1660: Metallic Light-weight Materials	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Domonkos Tolnai
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Lightweight construction</p> <ul style="list-style-type: none"> - Structural lightweight construction - Material lightweight construction - Choice criteria for metallic lightweight construction materials <p>Steel as lightweight construction materials</p> <ul style="list-style-type: none"> - Introduction to the fundamentals of steels - Modern steels for the lightweight construction <ul style="list-style-type: none"> - Fine grain steels - High-strength low-alloyed steels - Multi-phase steels (dual phase, TRIP) - Weldability - Applications <p>Aluminium alloys:</p> <p>Introduction to the fundamentals of aluminium materials</p> <p>Alloy systems</p> <p>Non age-hardenable Al alloys: Processing and microstructure, mechanical qualities and applications</p> <p>Age-hardenable Al alloys: Processing and microstructure, mechanical qualities and applications</p> <p>Magnesium alloys</p> <p>Introduction to the fundamental of magnesium materials</p> <p>Alloy systems</p> <p>Magnesium casting alloys, processing, microstructure and qualities</p> <p>Magnesium wrought alloys, processing, microstructure and qualities</p> <p>Examples of applications</p> <p>Titanium alloys</p> <p>Introduction to the fundamental of the titanium materials</p> <p>Alloy systems</p> <p>Processing, microstructure and properties</p> <p>Examples of applications</p>

	Exercises and excursions
Literatur	<p>George Krauss, Steels: Processing, Structure, and Performance, 978-0-87170-817-5 , 2006, 613 S.</p> <p>Hans Berns, Werner Theisen, Ferrous Materials: Steel and Cast Iron, 2008. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-71848-2</p> <p>C. W. Wegst, Stahlschlüssel = Key to steel = La Clé des aciers = Chiave dell'acciaio = Liave del acero ISBN/ISSN: 3922599095</p> <p>Bruno C., De Cooman / John G. Speer: Fundamentals of Steel Product Physical Metallurgy, 2011, 642 S.</p> <p>Harry Chandler, Steel Metallurgy for the Non-Metallurgist 0-87170-652-0 , 2006, 84 S.</p> <p>Catrin Kammer, Aluminium Taschenbuch 1, Grundlagen und Werkstoffe, Beuth, 16. Auflage 2009. 784 S., ISBN 978-3-410-22028-2</p> <p>Günter Drossel, Susanne Friedrich, Catrin Kammer und Wolfgang Lehnert, Aluminium Taschenbuch 2, Umformung von Aluminium-Werkstoffen, Gießen von Aluminiumteilen, Oberflächenbehandlung von Aluminium, Recycling und Ökologie, Beuth, 16. Auflage 2009. 768 S., ISBN 978-3-410-22029-9</p> <p>Catrin Kammer, Aluminium Taschenbuch 3, Weiterverarbeitung und Anwendung, Beuth, 17. Auflage 2014. 892 S., ISBN 978-3-410-22311-5</p> <p>G. Lütjering, J.C. Williams: Titanium, 2nd ed., Springer, Berlin, Heidelberg, 2007, ISBN 978-3-540-71397</p> <p>Magnesium - Alloys and Technologies, K. U. Kainer (Hrsg.), Wiley-VCH, Weinheim 2003, ISBN 3-527-30570-x</p> <p>Mihriban O. Pekguleryuz, Karl U. Kainer and Ali Kaya "Fundamentals of Magnesium Alloy Metallurgy", Woodhead Publishing Ltd, 2013, ISBN 10: 0857090887</p>

Fachmodule der Vertiefung Modeling

Modul M1151: Werkstoffmodellierung

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Werkstoffmodellierung (L1535)	Vorlesung	2	3
Werkstoffmodellierung (Übung) (L1536)	Gruppenübung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Christian Cyron
------------------------------	-----------------------

Zulassungsvoraussetzungen	Keine
----------------------------------	-------

Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Mechanik wie z.B. in den Modulen Technische Mechanik I und Technische Mechanik II an der TUHH unterrichtet (Kräfte und Drehmomente, Spannungen, lineare Verzerrungen, Schnittprinzip, linear-elastische Konstitutivgesetze, Verzerrungsenergie); Grundlagen der Mathematik wie z.B. in den Modulen Mathematik I und Mathematik II an der TUHH unterrichtet
---------------------------------	---

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz	Die Studierenden verstehen die theoretischen Grundlagen von anisotroper Elastizität, Viskoelastizität und Elasto-Plastizität im Bereich der dreidimensionalen (linearen) Kontinuumsmechanik. Im Bereich der anisotropen Elastizität kennen Sie das Konzept der Materialsymmetrie sowie seine konkrete Anwendung bei orthotropen, transversal isotropen und isotropen Materialien und sie verstehen, wie die Steifigkeit und Nachgiebigkeit dieser Materialien durch geeignete Parameter charakterisiert werden kann. Viskoelastizität verstehen die Studierenden sowohl im Zeitbereich anhand des Relaxations- und Kriechmoduls als Funktionen der Zeit wie auch im Frequenz-Bereich, wo sie das Konzept des Speicher- und Verlustmoduls kennen. Im Bereich der Elasto-Plastizität verstehen die Studierenden das Konzept der Fließgrenze bzw. (in höheren Dimensionen) Fließfläche und des plastischen Potentials. Sie kennen die Konzepte der idealen Plastizität, Verfestigung und Entfestigung. Insbesondere kennen sie die Von-Mises-Plastizität als konkretes Plastizitätsmodell.
<i>Wissen</i>	
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können selbstständig Probleme im Bereich der Werkstoffmodellierung identifizieren und lösen und sich dafür benötigtes Wissen aneignen. Dies gilt insbesondere für die Bereiche des anisotrop-elastischen, viskoelastischen und elasto-plastischen Materialverhaltens. In diesen Bereichen können die Studierenden eigenständig Modelle auch für komplexes Materialverhalten entwickeln und bewerten. Dazu haben sie die Fähigkeit, sich eigenständig in relevante Literatur einzuarbeiten und zu verstehen, welche dort beschriebenen Kenntnisse für sie relevant sind. Außerdem können sie diese Modelle in Berechnungsprogrammen (etwa basierend auf der Finite-Elemente-Methode) implementieren und so effizient für praktische Berechnungen nutzen.
Personale Kompetenzen	
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können Materialmodelle entwickeln und gegenüber Spezialisten präsentieren. Außerdem haben sie die Fähigkeit, anspruchsvolle Themen im Bereich der Materialmodellierung mit Fachleuten unter Verwendung des geeigneten Fachvokabulars zu diskutieren, differenziert Rückfragen zu kritischen Punkten zu stellen und Modelle, die ihnen präsentiert werden, im Dialog kritisch zu hinterfragen.
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden haben die Fähigkeit, eigenständig abstrakte Denkmodelle zu entwickeln, um beobachtete Phänomene in einen allgemeinen Zusammenhang einordnen und ihren weiteren Verlauf präzisieren zu können. Darüber hinaus verstehen die Studierenden die Vorteile aber auch Einschränkungen mathematischer Modelle und könne somit eigenständig entscheiden, wann diese in welchem Umfang zur Unterstützung von Entscheidungsprozessen verwendet werden können.

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
----------------------------------	-------------------------------------

Leistungspunkte	6
------------------------	---

Studienleistung	Keine
------------------------	-------

Prüfung	Klausur
----------------	---------

Prüfungsdauer und -umfang	60 min
----------------------------------	--------

Zuordnung zu folgenden Curricula	Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Modeling: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Produktentstehung: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht
---	--

Lehrveranstaltung L1535: Werkstoffmodellierung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Eine der wichtigsten Fragen bei der Modellierung mechanischer Systeme in der Praxis ist, wie man das Materialverhalten der einzelnen Bauteile modelliert. Neben einfacher isotroper Elastizität sind dabei von besonderer Bedeutung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anisotropie (richtungsabhängige Materialeigenschaften etwa bei faserverstärkten Kunststoffen) - Plastizität (dauerhafte Verformung durch einmalige hohe Belastung etwa in der Umformtechnik) - Viskoelastizität (Absorption von Energie etwa bei Dämpfern) - Kriechen (schleichende Verformung unter Langzeitbelastung z.B. in Rohrleitungen) <p>Diese Vorlesung gibt eine kurze Einführung in die theoretischen Grundlagen und mathematische Beschreibung der oben genannten Phänomene. In einer parallelen Übung werden diese anhand einfacher Berechnungsaufgaben vertieft. Dabei wird insbesondere erläutert, wie die oben genannten Phänomene in Computersimulationen modelliert werden können und wie man aus gegebenen Messdaten wichtige Materialparameter bestimmen kann.</p>
Literatur	Empfohlene Literatur / Recommended literature: 1) Dietmar Gross, Werner Hauger, Peter Wriggers, Technische Mechanik 4, Springer 2018, DOI: 10.1007/978-3-662-55694-8 2) Peter Haupt, Continuum Mechanics and Theory of Materials, Springer 2002, DOI: 10.1007/978-3-662-04775-0

Lehrveranstaltung L1536: Werkstoffmodellierung (Übung)	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron, Daniel Paukner
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Eine der wichtigsten Fragen bei der Modellierung mechanischer Systeme in der Praxis ist, wie man das Materialverhalten der einzelnen Bauteile modelliert. Neben einfacher isotroper Elastizität sind dabei von besonderer Bedeutung:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Anisotropie (richtungsabhängige Materialeigenschaften etwa bei faserverstärkten Kunststoffen) - Plastizität (dauerhafte Verformung durch einmalige hohe Belastung etwa in der Umformtechnik) - Viskoelastizität (Absorption von Energie etwa bei Dämpfern) - Kriechen (schleichende Verformung unter Langzeitbelastung z.B. in Rohrleitungen) <p>Diese Vorlesung gibt eine kurze Einführung in die theoretischen Grundlagen und mathematische Beschreibung der oben genannten Phänomene. In einer parallelen Übung werden diese anhand einfacher Berechnungsaufgaben vertieft. Dabei wird insbesondere erläutert, wie die oben genannten Phänomene in Computersimulationen modelliert werden können und wie man aus gegebenen Messdaten wichtige Materialparameter bestimmen kann.</p>
Literatur	Empfohlene Literatur / Recommended literature: 1) Dietmar Gross, Werner Hauger, Peter Wriggers, Technische Mechanik 4, Springer 2018, DOI: 10.1007/978-3-662-55694-8 2) Peter Haupt, Continuum Mechanics and Theory of Materials, Springer 2002, DOI: 10.1007/978-3-662-04775-0

Modul M0604: High-Order FEM				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
High-Order FEM (L0280)		Vorlesung	3	4
High-Order FEM (L0281)		Hörsaalübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Düster			
Zulassungsvoraussetzungen	None			
Empfohlene Vorkenntnisse	Knowledge of partial differential equations is recommended.			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	Students are able to + give an overview of the different (h, p, hp) finite element procedures. + explain high-order finite element procedures. + specify problems of finite element procedures, to identify them in a given situation and to explain their mathematical and mechanical background.			
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to + apply high-order finite elements to problems of structural mechanics. + select for a given problem of structural mechanics a suitable finite element procedure. + critically judge results of high-order finite elements. + transfer their knowledge of high-order finite elements to new problems.			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to + solve problems in heterogeneous groups. + present and discuss their results in front of others. + give and accept professional constructive criticism.			
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to + assess their knowledge by means of exercises and E-Learning. + acquaint themselves with the necessary knowledge to solve research oriented tasks. + to transform the acquired knowledge to similar problems.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Nein	10 %	Referat	Forschendes Lernen
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	120 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Computational Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Modeling: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Produktentstehung: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik - Kopie: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L0280: High-Order FEM	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction 2. Motivation 3. Hierarchic shape functions 4. Mapping functions 5. Computation of element matrices, assembly, constraint enforcement and solution 6. Convergence characteristics 7. Mechanical models and finite elements for thin-walled structures 8. Computation of thin-walled structures 9. Error estimation and hp-adaptivity 10. High-order fictitious domain methods
Literatur	<p>[1] Alexander Düster, High-Order FEM, Lecture Notes, Technische Universität Hamburg-Harburg, 164 pages, 2014</p> <p>[2] Barna Szabo, Ivo Babuska, Introduction to Finite Element Analysis - Formulation, Verification and Validation, John Wiley & Sons, 2011</p>

Lehrveranstaltung L0281: High-Order FEM	
Typ	Hörsaalübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0606: Numerical Algorithms in Structural Mechanics			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Numerische Algorithmen in der Strukturmechanik (L0284)	Vorlesung	2	3
Numerische Algorithmen in der Strukturmechanik (L0285)	Gruppenübung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Düster		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Knowledge of partial differential equations is recommended.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Students are able to + give an overview of the standard algorithms that are used in finite element programs. + explain the structure and algorithm of finite element programs. + specify problems of numerical algorithms, to identify them in a given situation and to explain their mathematical and computer science background.		
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to + construct algorithms for given numerical methods. + select for a given problem of structural mechanics a suitable algorithm. + apply numerical algorithms to solve problems of structural mechanics. + implement algorithms in a high-level programming language (here C++). + critically judge and verify numerical algorithms.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to + solve problems in heterogeneous groups. + present and discuss their results in front of others. + give and accept professional constructive criticism.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to + assess their knowledge by means of exercises and E-Learning. + acquaint themselves with the necessary knowledge to solve research oriented tasks. + to transform the acquired knowledge to similar problems.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	2h		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Computational Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Modeling: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik - Kopie: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0284: Numerical Algorithms in Structural Mechanics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	1. Motivation 2. Basics of C++ 3. Numerical integration 4. Solution of nonlinear problems 5. Solution of linear equation systems 6. Verification of numerical algorithms 7. Selected algorithms and data structures of a finite element code
Literatur	[1] D. Yang, C++ and object-oriented numeric computing, Springer, 2001. [2] K.-J. Bathe, Finite-Elemente-Methoden, Springer, 2002.

Lehrveranstaltung L0285: Numerical Algorithms in Structural Mechanics	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0605: Computational Structural Dynamics				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Numerische Strukturdynamik (L0282)		Vorlesung	3	4
Numerische Strukturdynamik (L0283)		Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Düster			
Zulassungsvoraussetzungen	None			
Empfohlene Vorkenntnisse	Knowledge of partial differential equations is recommended.			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz				
<i>Wissen</i>	Students are able to + give an overview of the computational procedures for problems of structural dynamics. + explain the application of finite element programs to solve problems of structural dynamics. + specify problems of computational structural dynamics, to identify them in a given situation and to explain their mathematical and mechanical background.			
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to + model problems of structural dynamics. + select a suitable solution procedure for a given problem of structural dynamics. + apply computational procedures to solve problems of structural dynamics. + verify and critically judge results of computational structural dynamics.			
Personale Kompetenzen				
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to + solve problems in heterogeneous groups. + present and discuss their results in front of others. + give and accept professional constructive criticism.			
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to + assess their knowledge by means of exercises and E-Learning. + acquaint themselves with the necessary knowledge to solve research oriented tasks. + to transform the acquired knowledge to similar problems.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	2h			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Modellierung und Simulation: Wahlpflicht Computational Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Modeling: Wahlpflicht Mechatronik: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik - Kopie: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht			

Lehrveranstaltung L0282: Computational Structural Dynamics	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Motivation 2. Basics of dynamics 3. Time integration methods 4. Modal analysis 5. Fourier transform 6. Applications
Literatur	<p>[1] K.-J. Bathe, Finite-Elemente-Methoden, Springer, 2002.</p> <p>[2] J.L. Humar, Dynamics of Structures, Taylor & Francis, 2012.</p>

Lehrveranstaltung L0283: Computational Structural Dynamics	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1238: Quantenmechanik von Festkörpern			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Quantenmechanik von Festkörpern (L1675)	Vorlesung	2	4
Quantenmechanik von Festkörpern (L1676)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	Dr. Gregor Vonbun-Feldbauer		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Kenntnisse in höherer Mathematik wie Analysis, Lineare Algebra, Differentialgleichungen und Komplexe Funktionen, z.B. Mathematik I-IV Kenntnisse in Mechanik und Physik, insbesondere Festkörperphysik, z.B. Materialphysik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden können...		
<i>Wissen</i>	<p>...die Grundlagen der Quantenmechanik erklären.</p> <p>...die Bedeutung der Quantenphysik für die Beschreibung von Materialeigenschaften einschätzen.</p> <p>...Korrelationen zwischen quantenmechanischen Phänomenen und deren Konsequenzen für die makroskopischen Eigenschaften von Materialien analysieren.</p> <p>Die Studenten sind damit in der Lage, wichtige Fragestellungen der Ingenieur-Wissenschaften mit quantenmechanischen Eigenschaften von Materialien in Verbindung zu bringen und damit zu erklären.</p>		
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage...</p> <p>...Materialdesign auf quantenmechanischer Basis zu betreiben.</p>		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können mit Experten aus Fachbereichen wie Physik und Werkstoffwissenschaften kompetent über Fragen mit quantenmechanischem Hintergrund diskutieren.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage selbstständig Lösungen zu quantenmechanischen Problemen zu erarbeiten. Sie können sich zusätzlich nötiges Wissen zur Behandlung von komplexeren Fragestellungen mit quantenmechanischem Hintergrund aus der Literatur aneignen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 138, Präsenzstudium 42		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	25 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materials Science and Engineering: Vertiefung Modeling: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Nano and Hybrid Materials: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1675: Quantenmechanik von Festkörpern	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Gregor Vonbun-Feldbauer
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>1. Einleitung</p> <p>1.1 Bedeutung der Quantenmechanik (QM)</p> <p>1.2 Einteilung von Festkörpern</p> <p>2. Grundlagen der Quantenmechanik</p> <p>2.1 Erinnerung : Elemente der Klassischen Mechanik</p> <p>2.2 Motivation Quantenmechanik</p> <p>2.3 Teilchen-Welle Dualismus</p> <p>2.4 QM Formalismus</p> <p>3. Grundlegende QM Probleme</p> <p>3.1 Eindimensionale Probleme: Teilchen in einem Potenzial</p> <p>3.2 System mit 2 Zuständen</p> <p>3.3 Harmonische Oszillator</p> <p>3.4 Elektronen in einem magnetischen Feld</p> <p>3.5 Wasserstoffatom</p> <p>4. Quanteneffekte in kondensierter Materie</p> <p>4.1 Einleitung</p> <p>4.2 Elektronische Zustände</p> <p>4.3 Magnetismus</p> <p>4.4 Supraleitung</p> <p>4.5 Quanten-Hall-Effekt</p>
Literatur	<p>Physik für Ingenieure, Hering/Martin/Stohrer, Springer</p> <p>Atom- und Quantenphysik, Haken/Wolf, Springer</p> <p>Grundkurs Theoretische Physik 5 1, Nolting, Springer</p> <p>Electronic Structure of Materials, Sutton, Oxford</p> <p>Materials Science and Engineering: An Introduction, Callister/Rethwisch, Edition 9, Wiley</p>

Lehrveranstaltung L1676: Quantenmechanik von Festkörpern	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Gregor Vonbun-Feldbauer
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1915: Materialwissenschaftliches Seminar			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Seminar Metallische Nanomaterialien (L1757)	Seminar	2	3
Seminar Verbundwerkstoffe (L1758)	Seminar	2	3
Seminar keramische Hochleistungsmaterialien (L1801)	Seminar	2	3
Seminar zu grenzflächenbestimmten Materialien (L1795)	Seminar	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Jörg Weißmüller		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse Nanomaterialien, Elektrochemie, Grenzflächenphysik, Mechanik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können die wichtigsten Sachverhalte und Zusammenhänge eines vergebenen Themas aus der Materialwissenschaft verständlich erklären.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage, ein vorgegebenes Thema aus der Materialwissenschaft zu erarbeiten und eine klare, strukturierte und verständliche Präsentation des Stoffes zu geben. Sie können eine vorgegebene Zeitdauer des Vortrags einhalten. Sie können eine schriftliche Zusammenfassung einschließlich Illustrationen in englischer Sprache verfassen, die die wichtigsten Ergebnisse, Zusammenhänge und Erläuterungen des Stoffes enthält.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können sich hinsichtlich Inhalt, Detailliertheit und Präsentationsstil ihres Vortrags auf die Zusammensetzung und die Vorkenntnisse der Zuhörerschaft einstellen. Sie können Fragen aus dem Auditorium knapp und präzise beantworten.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig eine Literaturrecherche zu einem gegebenen Thema durchzuführen. Sie sind in der Lage, selbstständig zu entscheiden, welche Teile des Materials im Vortrag aufgenommen werden sollten.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	3		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materials Science and Engineering: Vertiefung Engineering Materials: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Modeling: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Nano and Hybrid Materials: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1757: Seminar Metallische Nanomaterialien	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Jörg Weißmüller, Prof. Shan Shi
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	Aktuelle Themen der Materialforschung auf dem Gebiet der metallischen Nanomaterialien.
Literatur	Ausgehend von aktuellen Fachpublikationen erarbeiten die Studierenden unter Anleitung die wissenschaftlichen Grundlagen und stellen dazu die jeweils relevanten Arbeiten aus der Fachliteratur zusammen. Based on current scientific publications, and under guidance, students work out the scientific fundamentals and compile the relevant works from the professional literature in each case.

Lehrveranstaltung L1758: Seminar Verbundwerkstoffe	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	Aktuelle Themen der Materialforschung auf dem Gebiet der Polymere, deren Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien.
Literatur	Based on current scientific publications, and under guidance, students work out the scientific fundamentals and compile the relevant works from the professional literature in each case.

Lehrveranstaltung L1801: Seminar keramische Hochleistungsmaterialien	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Gerold Schneider, Prof. Kaline Pagnan Furlan
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L1795: Seminar zu grenzflächenbestimmten Materialien	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Patrick Huber
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	
Literatur	

Modul M1150: Kontinuumsmechanik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Kontinuumsmechanik (L1533)		Vorlesung	2 3
Kontinuumsmechanik (Übung) (L1534)		Gruppenübung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Christian Cyron		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Mechanik wie z.B. in den Modulen Technische Mechanik I und Technische Mechanik II an der TUHH unterrichtet (Kräfte und Drehmomente, Spannungen, lineare Verzerrungen, Schnittprinzip, linear-elastische Konstitutivgesetze, Verzerrungsenergie); Grundlagen der Mathematik wie z.B. in den Modulen Mathematik I und Mathematik II an der TUHH unterrichtet		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden lernen in diesem Modul die grundlegenden Konzepte der nichtlinearen Kontinuumsmechanik. Diese Theorie ermöglicht es den Studierenden beliebige Verformungen von kontinuierlichen Körpern (fest, flüssig oder gasförmig) unter beliebigen Lasten zu beschreiben. Das Modul stellt eine Fortsetzung des Grundlagenmoduls Technische Mechanik II (Elastostatik) dar, dessen einschränkende Annahmen (isotropes, linear-elastisches Materialverhalten, kleine Verformungen, einfache Geometrien) sukzessive aufgehoben werden.		
<i>Wissen</i>	Zunächst lernen die Studierenden die notwendigen Grundlagen der Tensorrechnung. Darauf aufbauend wird die Beschreibung der Verformungen/Verzerrungen beliebig deformierbarer Körper behandelt. Die Studierenden lernen die mathematischen Formalismen zur Charakterisierung des Spannungszustandes eines Körpers und zur Formulierung der Bilanzgleichungen für Masse, Impuls, Energie und Entropie in verschiedenen Formen. Des Weiteren wissen die Studierenden welche konstitutiven Annahmen für Modellierung des Materialverhaltens eines Körpers zu treffen sind.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können Bilanzgleichungen aufstellen und Grundlagen der Deformationstheorie elastischer Körper anwenden und auf diesem Gebiet spezifische Aufgabenstellungen sowohl anwendungsorientiert als auch forschungsorientiert bearbeiten		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können Lösungen auch für komplexe Probleme der Festkörpermechanik entwickeln, gegenüber Spezialisten in Schriftform präsentieren und Ideen weiterentwickeln.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln. Sie können selbstständig und eigenverantwortlich Probleme im Bereich der Kontinuumsmechanik identifizieren und lösen und sich dafür benötigtes Wissen aneignen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Modeling: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Produktentstehung: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1533: Kontinuumsmechanik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Kontinuumsmechanik ist eine allgemeine Theorie, um das Verhalten kontinuierlicher Körper - seien sie fest, flüssig oder gasförmig - unter Einwirkung von Kräften zu beschreiben. Insbesondere behandelt sie die mathematische Beschreibung von Verzerrungen und Spannungen sowie des Materialverhaltens in kontinuierlichen Körpern. Das Modul Kontinuumsmechanik kann als eine Fortsetzung des Moduls Technische Mechanik II verstanden werden. Während sich das Modul Technische Mechanik II auf kleine Verformungen linearelastischer Körper mit sehr einfacher Geometrie beschränkt, erweitert das Modul Kontinuumsmechanik die Perspektive auf allgemeine Verformungen beliebiger Körper unter beliebigen Lasten. Der in der Vorlesung unterrichtete Stoff ist primär theoretisch, jedoch fundamental für eine Vielzahl von Anwendungsgebieten wie etwa Fertigungs- und Umformtechnik, Automobilbau und Medizintechnik. Konkrete Inhalte sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Tensorrechnung <ul style="list-style-type: none"> ◦ Transformationsinvarianz ◦ Tensoralgebra ◦ Tensoranalysis • Kinematik <ul style="list-style-type: none"> ◦ Bewegung eines Kontinuums ◦ Verformung infinitesimaler Linien-, Flächen- und Volumenelemente ◦ Materielle und räumliche Betrachtung ◦ Polare Zerlegung ◦ Spektrale Zerlegung ◦ Objektivität ◦ Verzerrungsmaße ◦ Zeitableitungen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Partielle / materielle Zeitableitung ▪ Objektive Zeitableitungen ▪ Verzerrungs- und Deformationsraten ◦ Transporttheoreme • Bilanzgleichungen (globale und lokale Form) <ul style="list-style-type: none"> ◦ Massenbilanz ◦ Spannungszustand <ul style="list-style-type: none"> ▪ Randspannungsvektoren ▪ Cauchy'sches Fundamentalthemem ▪ Spannungstensenoren (Cauchy-, 1. und 2. Piola-Kirchhoff-, Kirchhoff-Spannungstensor) ◦ Impulsbilanz ◦ Drehimpulsbilanz ◦ Energiebilanz ◦ Entropiebilanz ◦ Clausius-Duhem-Ungleichung • Konstitutive Beziehungen <ul style="list-style-type: none"> ◦ Konstitutive Annahmen ◦ Fluide ◦ Elastische Körper <ul style="list-style-type: none"> ▪ Hyperelastizität ▪ Materialsymmetrie ◦ Elastoplastizität • Analyse <ul style="list-style-type: none"> ◦ Anfangsrandwertprobleme und deren numerische Lösung
Literatur	<p>R. Greve: Kontinuumsmechanik: Ein Grundkurs für Ingenieure und Physiker</p> <p>I-S. Liu: Continuum Mechanics, Springer</p>

Lehrveranstaltung L1534: Kontinuumsmechanik (Übung)	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron, Kian Philipp Abdolazizi
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Die Übung Kontinuumsmechanik vertieft den Stoff der Vorlesung Kontinuumsmechanik anhand konkreter Rechenaufgaben.
Literatur	R. Greve: Kontinuumsmechanik: Ein Grundkurs für Ingenieure und Physiker I-S. Liu: Continuum Mechanics, Springer

Modul M0603: Nonlinear Structural Analysis			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Nichtlineare Strukturanalyse (L0277)		Vorlesung	3 4
Nichtlineare Strukturanalyse (L0279)		Gruppenübung	1 2
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Düster		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Knowledge of partial differential equations is recommended.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Students are able to + give an overview of the different nonlinear phenomena in structural mechanics. + explain the mechanical background of nonlinear phenomena in structural mechanics. + to specify problems of nonlinear structural analysis, to identify them in a given situation and to explain their mathematical and mechanical background.		
<i>Fertigkeiten</i>	Students are able to + model nonlinear structural problems. + select for a given nonlinear structural problem a suitable computational procedure. + apply finite element procedures for nonlinear structural analysis. + critically verify and judge results of nonlinear finite elements. + to transfer their knowledge of nonlinear solution procedures to new problems.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students are able to + solve problems in heterogeneous groups. + present and discuss their results in front of others. + give and accept professional constructive criticism.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to + assess their knowledge by means of exercises and E-Learning. + acquaint themselves with the necessary knowledge to solve research oriented tasks. + to transform the acquired knowledge to similar problems.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Vertiefung Tragwerke: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Modellierung und Simulation: Pflicht Computational Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Modeling: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik - Kopie: Kernqualifikation: Wahlpflicht Ship and Offshore Technology: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0277: Nonlinear Structural Analysis	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction 2. Nonlinear phenomena 3. Mathematical preliminaries 4. Basic equations of continuum mechanics 5. Spatial discretization with finite elements 6. Solution of nonlinear systems of equations 7. Solution of elastoplastic problems 8. Stability problems 9. Contact problems
Literatur	<p>[1] Alexander Düster, Nonlinear Structural Analysis, Lecture Notes, Technische Universität Hamburg-Harburg, 2014.</p> <p>[2] Peter Wriggers, Nonlinear Finite Element Methods, Springer 2008.</p> <p>[3] Peter Wriggers, Nichtlineare Finite-Elemente-Methoden, Springer 2001.</p> <p>[4] Javier Bonet and Richard D. Wood, Nonlinear Continuum Mechanics for Finite Element Analysis, Cambridge University Press, 2008.</p>

Lehrveranstaltung L0279: Nonlinear Structural Analysis	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1807: Machine Learning for Physical Systems				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
Machine Learning for Physical Systems (L2987)		Vorlesung	2	3
Machine Learning for Physical Systems (L2988)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Roland Can Aydin			
Zulassungsvoraussetzungen	None			
Empfohlene Vorkenntnisse	Prior knowledge in machine learning or Python programming is highly recommended, in particular a certain level of experience with standard ML libraries in Python (preferably PyTorch). No prior knowledge of specialized ML architectures, such as PINNs or large language models, is necessary.			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<p>In this module, students will delve into the advanced integration of machine learning techniques with physical systems. The course covers sophisticated topics, demonstrating how cutting-edge machine learning methodologies can be applied not only in general domains but are specifically tailored for complex physical systems. Core areas of study include:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Advanced Data Management: How can domain knowledge relating to physical problems be integrated into the pre- and postprocessing of data? - Transformer Architectures: Understanding the design and application of transformer models and large language models, focusing on their suitability to physical systems (e.g., Foundation models) - Physics-Informed Neural Networks: Architectures for embedding physical laws into a neural network's loss function - Constitutive Artificial Neural Networks: Architectures for embedding physical laws within a neural network's topology - Feature selection and dimensionality reduction - ML for Molecular Dynamics and Simulation - Synthetic Data Generation, particularly its usage to augment physical experiments (which are often a bottleneck in data generation) - Optimal Experimental Design: Techniques for efficiently gathering data through intelligently designed experiments. - Process-Structure-Properties Pipelines: Exploring specialised microstructural descriptors such as Gram-matrices to connect structure to either process parameters or mechanical properties <p>Complementing the lectures, the associated exercise sessions will use various Python libraries such as Sklearn and Pytorch, typically within Jupyter notebooks. These practical sessions are designed to reinforce the concepts discussed in the lectures, with a reciprocal relationship between the theoretical and practical aspects of the course.</p> <p>This course is designed for those looking to understand and apply machine learning in the realm of physical systems, bridging the gap between abstract algorithms and real-world physical phenomena. The course is offered fully in English.</p>			
<i>Fertigkeiten</i>	The students will be able to competently evaluate suitable machine learning methods for a given problem involving physical systems, understanding the advantages and disadvantages of each approach. They will be able to do so both for standard machine learning tools and methods as well as for specialised models.			
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	The students will be able to reason for and against solutions for complex problems involving physical systems and to present their conclusions on how to incorporate their domain knowledge to facilitate the choice, design, training, and validation of an appropriate machine learning algorithm.			
<i>Selbstständigkeit</i>	The module places a particular emphasis on enabling students to achieve the competence level both in group work (homework assignments) as well as individually (during the exercises).			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung	
	Nein 20 %	Übungsaufgaben	Im Rahmen der Übung und über Stud.IP werden wöchentliche Übungsaufgaben bereitgestellt, durch deren korrekte Abgabe bis zu 20% als Bonus zur Abschlussprüfung erbracht werden können.	
Prüfung	Klausur			
Prüfungsdauer und -umfang	75 min			
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Advanced Materials: Pflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Mechatronik: Wahlpflicht Allgemeine Ingenieurwissenschaften (7 Semester): Vertiefung Maschinenbau, Schwerpunkt Theoretischer Maschinenbau: Wahlpflicht Computational Engineering: Kernqualifikation: Wahlpflicht Data Science: Vertiefung III. Applications: Wahlpflicht</p>			

	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Engineering Science: Vertiefung Advanced Materials: Pflicht Engineering Science: Vertiefung Data Science: Wahlpflicht Luftfahrttechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Modeling: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Dynamische Systeme und AI: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Roboter- und Maschinensysteme: Wahlpflicht
--	---

Lehrveranstaltung L2987: Machine Learning for Physical Systems	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Roland Can Aydin
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>In this lecture, students will delve into the advanced integration of machine learning techniques with physical systems. The lecture covers sophisticated topics, demonstrating how cutting-edge machine learning methodologies can be applied not only in general domains but are specifically tailored for complex physical systems. Core areas of study include:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Advanced Data Management: How can domain knowledge relating to physical problems be integrated into the pre- and postprocessing of data? - Transformer Architectures: Understanding the design and application of transformer models and large language models, focusing on their suitability to physical systems (e.g., Foundation models) - Physics-Informed Neural Networks: Architectures for embedding physical laws into a neural network's loss function - Constitutive Artificial Neural Networks: Architectures for embedding physical laws within a neural network's topology - Feature selection and dimensionality reduction - ML for Molecular Dynamics and Simulation - Synthetic Data Generation, particularly its usage to augment physical experiments (which are often a bottleneck in data generation) - Optimal Experimental Design: Techniques for efficiently gathering data through intelligently designed experiments. - Process-Structure-Properties Pipelines: Exploring specialised microstructural descriptors such as Gram-matrices to connect structure to either process parameters or mechanical properties <p>This lecture is designed for those looking to understand and apply machine learning in the realm of physical systems, bridging the gap between abstract algorithms and real-world physical phenomena. The lecture is offered fully in English.</p>
Literatur	Relevante Literatur basiert vor allem auf wissenschaftlichen Veröffentlichungen (statt Lehrbüchern), die jeweiligen Referenzen werden in der Vorlesung bzw. Übung genannt.

Lehrveranstaltung L2988: Machine Learning for Physical Systems	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Roland Can Aydin
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	The exercise (PBL) demonstrates the methods introduced in the lecture on different example applications, focusing on gaining practical hands-on proficiency. By submitting correctly solved homework assignments, points can be earned for the module examination. Topics correspond to those presented at that time in the module's lecture.
Literatur	Keine über die in der Vorlesung genannten Referenzen hinausgehende Literatur ist notwendig.

Fachmodule der Vertiefung Nano and Hybrid Materials

Modul M1334: BIO II: Biomaterials

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Biomaterials (L0593)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Franziska Lissel		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge of orthopedic and surgical techniques is recommended.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	The students can describe the materials of the human body and the materials being used in medical engineering, and their fields of use.		
<i>Fertigkeiten</i>	The students can explain the advantages and disadvantages of different kinds of biomaterials.		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	The students are able to discuss issues related to materials being present or being used for replacements with student mates and the teachers.		
<i>Selbstständigkeit</i>	The students are able to acquire information on their own. They can also judge the information with respect to its credibility.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Verpflichtend	Bonus	Art der Studienleistung
	Ja	10 %	Referat
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Medizintechnik: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Nano and Hybrid Materials: Wahlpflicht Mechatronik: Vertiefung Medizintechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Pflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0593: Biomaterials	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Franziska Lissel, Prof. Shan Shi
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>Topics to be covered include:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introduction (Importance, nomenclature, relations) 2. Biological materials <ol style="list-style-type: none"> 2.1 Basics (components, testing methods) 2.2 Bone (composition, development, properties, influencing factors) 2.3 Cartilage (composition, development, structure, properties, influencing factors) 2.4 Fluids (blood, synovial fluid) 3 Biological structures <ol style="list-style-type: none"> 3.1 Menisci of the knee joint 3.2 Intervertebral discs 3.3 Teeth 3.4 Ligaments 3.5 Tendons 3.6 Skin 3.7 Nervs 3.8 Muscles 4. Replacement materials <ol style="list-style-type: none"> 4.1 Basics (history, requirements, norms) 4.2 Steel (alloys, properties, reaction of the body) 4.3 Titan (alloys, properties, reaction of the body) 4.4 Ceramics and glas (properties, reaction of the body) 4.5 Plastics (properties of PMMA, HDPE, PET, reaction of the body) 4.6 Natural replacement materials <p>Knowledge of composition, structure, properties, function and changes/adaptations of biological and technical materials (which are used for replacements in-vivo). Acquisition of basics for theses work in the area of biomechanics.</p>
Literatur	<p>Hastings G and Ducheyne P.: Natural and living biomaterials. Boca Raton: CRC Press, 1984.</p> <p>Williams D.: Definitions in biomaterials. Oxford: Elsevier, 1987.</p> <p>Hastings G.: Mechanical properties of biomaterials: proceedings held at Keele University, September 1978. New York: Wiley, 1998.</p> <p>Black J.: Orthopaedic biomaterials in research and practice. New York: Churchill Livingstone, 1988.</p> <p>Park J. Biomaterials: an introduction. New York: Plenum Press, 1980.</p> <p>Wintermantel, E. und Ha, S.-W : Biokompatible Werkstoffe und Bauweisen. Berlin, Springer, 1996.</p>

Modul M0766: Microsystems Technology			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Mikrosystemtechnologie (L0724)	Vorlesung	2	4
Modulverantwortlicher	Prof. Hoc Khiem Trieu		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basics in physics, chemistry and semiconductor technology		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<p>Students are able</p> <ul style="list-style-type: none"> • to present and to explain current fabrication techniques for microstructures and especially methods for the fabrication of microsensors and microactuators, as well as the integration thereof in more complex systems • to explain in details operation principles of microsensors and microactuators and • to discuss the potential and limitation of microsystems in application. 		
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Students are capable</p> <ul style="list-style-type: none"> • to analyze the feasibility of microsystems, • to develop process flows for the fabrication of microstructures and • to apply them. 		
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	None		
<i>Selbstständigkeit</i>	The independence of the students is demanded and promoted in that they have to transfer and apply what they have learned to ever new boundary conditions. This requirement is communicated at the beginning of the semester and consistently practiced until the exam. Students are encouraged to work independently by not being given a solution, but by learning to work out the solution step by step by asking specific questions. Students learn to ask questions independently when they are faced with a problem. They learn to independently break down problems into manageable sub-problems.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	4		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	30 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materials Science and Engineering: Vertiefung Nano and Hybrid Materials: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0724: Microsystems Technology	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Hoc Khiem Trieu
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction (historical view, scientific and economic relevance, scaling laws) • Semiconductor Technology Basics, Lithography (wafer fabrication, photolithography, improving resolution, next-generation lithography, nano-imprinting, molecular imprinting) • Deposition Techniques (thermal oxidation, epitaxy, electroplating, PVD techniques: evaporation and sputtering; CVD techniques: APCVD, LPCVD, PECVD and LECVD; screen printing) • Etching and Bulk Micromachining (definitions, wet chemical etching, isotropic etch with HNA, electrochemical etching, anisotropic etching with KOH/TMAH: theory, corner undercutting, measures for compensation and etch-stop techniques; plasma processes, dry etching: back sputtering, plasma etching, RIE, Bosch process, cryo process, XeF2 etching) • Surface Micromachining and alternative Techniques (sacrificial etching, film stress, stiction: theory and counter measures; Origami microstructures, Epi-Poly, porous silicon, SOI, SCREAM process, LIGA, SU8, rapid prototyping) • Thermal and Radiation Sensors (temperature measurement, self-generating sensors: Seebeck effect and thermopile; modulating sensors: thermo resistor, Pt-100, spreading resistance sensor, pn junction, NTC and PTC; thermal anemometer, mass flow sensor, photometry, radiometry, IR sensor: thermopile and bolometer) • Mechanical Sensors (strain based and stress based principle, capacitive readout, piezoresistivity, pressure sensor: piezoresistive, capacitive and fabrication process; accelerometer: piezoresistive, piezoelectric and capacitive; angular rate sensor: operating principle and fabrication process) • Magnetic Sensors (galvanomagnetic sensors: spinning current Hall sensor and magneto-transistor; magnetoresistive sensors: magneto resistance, AMR and GMR, fluxgate magnetometer) • Chemical and Bio Sensors (thermal gas sensors: pellistor and thermal conductivity sensor; metal oxide semiconductor gas sensor, organic semiconductor gas sensor, Lambda probe, MOSFET gas sensor, pH-FET, SAW sensor, principle of biosensor, Clark electrode, enzyme electrode, DNA chip) • Micro Actuators, Microfluidics and TAS (drives: thermal, electrostatic, piezo electric and electromagnetic; light modulators, DMD, adaptive optics, microscanner, microvalves: passive and active, micropumps, valveless micropump, electrokinetic micropumps, micromixer, filter, inkjet printhead, microdispenser, microfluidic switching elements, microreactor, lab-on-a-chip, microanalytics) • MEMS in medical Engineering (wireless energy and data transmission, smart pill, implantable drug delivery system, stimulators: microelectrodes, cochlear and retinal implant; implantable pressure sensors, intelligent osteosynthesis, implant for spinal cord regeneration) • Design, Simulation, Test (development and design flows, bottom-up approach, top-down approach, testability, modelling: multiphysics, FEM and equivalent circuit simulation; reliability test, physics-of-failure, Arrhenius equation, bath-tub relationship) • System Integration (monolithic and hybrid integration, assembly and packaging, dicing, electrical contact: wire bonding, TAB and flip chip bonding; packages, chip-on-board, wafer-level-package, 3D integration, wafer bonding: anodic bonding and silicon fusion bonding; micro electroplating, 3D-MID)
Literatur	<p>M. Madou: Fundamentals of Microfabrication, CRC Press, 2002</p> <p>N. Schwesinger: Lehrbuch Mikrosystemtechnik, Oldenbourg Verlag, 2009</p> <p>T. M. Adams, R. A. Layton: Introductory MEMS, Springer, 2010</p> <p>G. Gerlach; W. Dötzel: Introduction to microsystem technology, Wiley, 2008</p>

Modul M1335: BIO II: Artificial Joint Replacement			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Gelenkersatz (L1306)		Vorlesung	2
Modulverantwortlicher	Prof. Sara Checa Esteban		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic knowledge of orthopedic and surgical techniques and mechanical basics is recommended.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Students are able to explain the diseases and injuries that can make joint replacement necessary. In addition, students know the surgical alternatives.		
<i>Fertigkeiten</i>	The students can explain the advantages and disadvantages of different kinds of endoprotheses.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	The students are able to discuss issues related to endoprothese with student mates and the teachers.		
<i>Selbstständigkeit</i>	The students are able to acquire information on their own. They can also judge the information with respect to its credibility.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Medizintechnik: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Nano and Hybrid Materials: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Pflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Orientierungsstudium: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Bio- und Medizintechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1306: Artificial Joint Replacement	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Sara Checa Esteban
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Contents 1. INTRODUCTION (meaning, aim, basics, general history of the artificial joint replacement) 2. FUNCTIONAL ANALYSIS (The human gait, human work, sports activity) 3. THE HIP JOINT (anatomy, biomechanics, joint replacement of the shaft side and the socket side, evolution of implants) 4. THE KNEE JOINT (anatomy, biomechanics, ligament replacement, joint replacement femoral, tibial and patellar components) 5. THE FOOT (anatomy, biomechanics, joint replacement, orthopedic procedures) 6. THE SHOULDER (anatomy, biomechanics, joint replacement) 7. THE ELBOW (anatomy, biomechanics, joint replacement) 8. THE HAND (anatomy, biomechanics, joint replacement) 9. TRIBOLOGY OF NATURAL AND ARTIFICIAL JOINTS (corrosion, friction, wear)
Literatur	Kapandji, I.: Funktionelle Anatomie der Gelenke (Band 1-4), Enke Verlag, Stuttgart, 1984. Nigg, B., Herzog, W.: Biomechanics of the musculo-skeletal system, John Wiley&Sons, New York 1994 Nordin, M., Frankel, V.: Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System, Lea&Febiger, Philadelphia, 1989. Czichos, H.: Tribologiehandbuch, Vieweg, Wiesbaden, 2003. Sobotta und Netter für Anatomie der Gelenke

Modul M1220: Grenzflächen und grenzflächenbestimmte Materialien			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Die hierarchischen Materialien der Natur (L1663)		Seminar	2 3
Grenzflächen (L1654)		Vorlesung	2 3
Modulverantwortlicher	Prof. Patrick Huber		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Kenntnisse in Werkstoffwissenschaften, z.B. aus den Modulen Werkstoffwissenschaft I/II, und in physikalischer Chemie		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden können die strukturellen und thermodynamischen Eigenschaften von Grenzflächen im Vergleich zu denen im Volumenmaterial erläutern. Sie können die werkstoffwissenschaftliche Bedeutung von Grenzflächen und von physiko-chemischen Modifizierungen der Grenzflächen beschreiben. Weiterhin können Sie die wesentlichen Merkmale von Biomaterialien darstellen und in Bezug setzen zu klassischen Materialsystemen wie Metallen, Keramiken oder Polymeren.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind fähig, den Einfluss von Grenzflächen auf die Eigenschaften und Funktionalitäten von Materialien einzuschätzen. Sie können weiterhin die besonderen Eigenschaften von Biomaterialien auf deren hierarchisch Hybridstrukturen zurückführen.		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können Lösungen gegenüber Spezialisten präsentieren und Ideen weiterentwickeln.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden können ...		
	<ul style="list-style-type: none"> • ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln. • benötigtes Wissen aneignen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materials Science and Engineering: Vertiefung Nano and Hybrid Materials: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Produktentstehung: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1663: Nature's Hierarchical Materials	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	NN
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Nature hierarchical materials are omnipresent in the world around us, being fundamental for both the plants and animal kingdoms. Nature engineering is quite impressive since nature uses only a small variety of building blocks (minerals, proteins and sugar) and yet, is capable of producing an incredible large number of structures with different functions, i.e. multifunctional materials. This is one of the reasons why materials science and engineering research on bioinspiration or biomimicry has been increasing significantly over the past 20 years. Moreover, the scientists and engineers have one major advantage over nature: they can combine bioinspiration with a wide variety of other building blocks (metals, ceramics, polymers and derived composites). The main goal of this seminar series is to provide an introduction about the state of the art on bioinspired materials from an engineering point of view, while providing students opportunities to develop skills relevant to their master thesis work such as proper literature search, systematic literature review, presentation preparation and presentation - all connected to the main topic of Nature hierarchical materials.
Literatur	Peter Fratzl and Richard Weinkamer. Nature's hierarchical materials. Progress in Materials Science 52 (2007) 1263-1334 Journal publications

Lehrveranstaltung L1654: Grenzflächen	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Patrick Huber
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Mikroskopische Struktur und Thermodynamik von Phasengrenzflächen (gas/fest, gas/flüssig, flüssig/flüssig, flüssig/fest) • Experimentelle Methoden zur Untersuchung von Grenzflächen • Grenzflächenkräfte • Benetzung • Surfactants, Schäume, Biomembranen • Chemische Funktionalisierung von Grenzflächen
Literatur	<p>"Physics and Chemistry of Interfaces", K.H. Butt, K. Graf, M. Kappl, Wiley-VCH Weinheim (2006)</p> <p>"Interfacial Science", G.T. Barnes, I.R. Gentle, Oxford University Press (2005)</p>

Modul M0930: Semiconductor Seminar			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Halbleiterseminar (L0760)		Seminar	2
Modulverantwortlicher	Prof. Hoc Khiem Trieu		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Semiconductors		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Students can explain the most important facts and relationships of a specific topic from the field of semiconductors.		
<i>Wissen</i>	Students are able to compile a specified topic from the field of semiconductors and to give a clear, structured and comprehensible presentation of the subject. They can comply with a given duration of the presentation. They can write in English a summary including illustrations that contains the most important results, relationships and explanations of the subject.		
<i>Fertigkeiten</i>			
Personale Kompetenzen	Students are able to adapt their presentation with respect to content, detailedness, and presentation style to the composition and previous knowledge of the audience. They can answer questions from the audience in a curt and precise manner.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are able to autonomously carry out a literature research concerning a given topic. They can independently evaluate the material. They can self-reliantly decide which parts of the material should be included in the presentation.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
Leistungspunkte	3		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Referat		
Prüfungsdauer und -umfang	15 Minuten Vortrag + 5-10 Minuten Diskussion + 2 Seiten schriftliche Zusammenfassung		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materials Science and Engineering: Vertiefung Nano and Hybrid Materials: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0760: Semiconductor Seminar	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Hoc Khiem Trieu, Dr. Alexander Petrov, Dr. Thomas Kusserow, Prof. Alexander Kölpin, Prof. Hoc Khiem Trieu, Prof. Manfred Eich
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Prepare, present, and discuss talks about recent topics from the field of semiconductors. The presentations must be given in English.</p> <p>Evaluation Criteria:</p> <ul style="list-style-type: none"> • understanding of subject, discussion, response to questions • structure and logic of presentation (clarity, precision) • coverage of the topic, selection of subjects presented • linguistic presentation (clarity, comprehensibility) • visual presentation (clarity, comprehensibility) • handout (see below) • compliance with timing requirement. <p>Handout:</p> <p>Before your presentation, it is mandatory to distribute a printed handout (short abstract) of your presentation in English language. This must be no longer than two pages A4, and include the most important results, conclusions, explanations and diagrams.</p>
Literatur	Aktuelle Veröffentlichungen zu dem gewählten Thema

Modul M0643: Optoelectronics I - Wave Optics			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Optoelektronik I: Wellenoptik (L0359)	Vorlesung	2	3
Optoelektronik I: Wellenoptik (Übung) (L0361)	Gruppenübung	1	1
Modulverantwortlicher	Dr. Alexander Petrov		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basics in electrodynamics, calculus		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Students can explain the fundamental mathematical and physical relations of freely propagating optical waves. They can give an overview on wave optical phenomena such as diffraction, reflection and refraction, etc. Students can describe waveoptics based components such as electrooptical modulators in an application oriented way.</p> <p><i>Fertigkeiten</i> Students can generate models and derive mathematical descriptions in relation to free optical wave propagation. They can derive approximative solutions and judge factors influential on the components' performance.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Students can jointly solve subject related problems in groups. They can present their results effectively within the framework of the problem solving course.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Students are capable to extract relevant information from the provided references and to relate this information to the content of the lecture. They can reflect their acquired level of expertise with the help of lecture accompanying measures such as exam typical exam questions. Students are able to connect their knowledge with that acquired from other lectures.</p>		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42		
Leistungspunkte	4		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Electrical Engineering and Information Technology: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Electrical Engineering and Information Technology: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Nano and Hybrid Materials: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht Regenerative Energien: Vertiefung Solare Energiesysteme: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0359: Optoelectronics I: Wave Optics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Alexander Petrov
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Introduction to optics • Electromagnetic theory of light • Interference • Coherence • Diffraction • Fourier optics • Polarisation and Crystal optics • Matrix formalism • Reflection and transmission • Complex refractive index • Dispersion • Modulation and switching of light
Literatur	Bahaa E. A. Saleh, Malvin Carl Teich, Fundamentals of Photonics, Wiley 2007 Hecht, E., Optics, Benjamin Cummings, 2001 Goodman, J.W. Statistical Optics, Wiley, 2000 Lauterborn, W., Kurz, T., Coherent Optics: Fundamentals and Applications, Springer, 2002

Lehrveranstaltung L0361: Optoelectronics I: Wave Optics (Problem Solving Course)	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Alexander Petrov
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	see lecture Optoelectronics 1 - Wave Optics
Literatur	see lecture Optoelectronics 1 - Wave Optics

Modul M1238: Quantenmechanik von Festkörpern			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Quantenmechanik von Festkörpern (L1675)	Vorlesung	2	4
Quantenmechanik von Festkörpern (L1676)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	Dr. Gregor Vonbun-Feldbauer		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Kenntnisse in höherer Mathematik wie Analysis, Lineare Algebra, Differentialgleichungen und Komplexe Funktionen, z.B. Mathematik I-IV Kenntnisse in Mechanik und Physik, insbesondere Festkörperphysik, z.B. Materialphysik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden können...		
<i>Wissen</i>	<p>...die Grundlagen der Quantenmechanik erklären.</p> <p>...die Bedeutung der Quantenphysik für die Beschreibung von Materialeigenschaften einschätzen.</p> <p>...Korrelationen zwischen quantenmechanischen Phänomenen und deren Konsequenzen für die makroskopischen Eigenschaften von Materialien analysieren.</p> <p>Die Studenten sind damit in der Lage, wichtige Fragestellungen der Ingenieur-Wissenschaften mit quantenmechanischen Eigenschaften von Materialien in Verbindung zu bringen und damit zu erklären.</p>		
<i>Fertigkeiten</i>	<p>Nach Abschluss des Moduls sind die Studierenden in der Lage...</p> <p>...Materialdesign auf quantenmechanischer Basis zu betreiben.</p>		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden können mit Experten aus Fachbereichen wie Physik und Werkstoffwissenschaften kompetent über Fragen mit quantenmechanischem Hintergrund diskutieren.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage selbstständig Lösungen zu quantenmechanischen Problemen zu erarbeiten. Sie können sich zusätzlich nötiges Wissen zur Behandlung von komplexeren Fragestellungen mit quantenmechanischem Hintergrund aus der Literatur aneignen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 138, Präsenzstudium 42		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Mündliche Prüfung		
Prüfungsdauer und -umfang	25 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materials Science and Engineering: Vertiefung Modeling: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Nano and Hybrid Materials: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Materialwissenschaften: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1675: Quantenmechanik von Festkörpern	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 92, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Gregor Vonbun-Feldbauer
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>1. Einleitung</p> <p>1.1 Bedeutung der Quantenmechanik (QM)</p> <p>1.2 Einteilung von Festkörpern</p> <p>2. Grundlagen der Quantenmechanik</p> <p>2.1 Erinnerung : Elemente der Klassischen Mechanik</p> <p>2.2 Motivation Quantenmechanik</p> <p>2.3 Teilchen-Welle Dualismus</p> <p>2.4 QM Formalismus</p> <p>3. Grundlegende QM Probleme</p> <p>3.1 Eindimensionale Probleme: Teilchen in einem Potenzial</p> <p>3.2 System mit 2 Zuständen</p> <p>3.3 Harmonische Oszillator</p> <p>3.4 Elektronen in einem magnetischen Feld</p> <p>3.5 Wasserstoffatom</p> <p>4. Quanteneffekte in kondensierter Materie</p> <p>4.1 Einleitung</p> <p>4.2 Elektronische Zustände</p> <p>4.3 Magnetismus</p> <p>4.4 Supraleitung</p> <p>4.5 Quanten-Hall-Effekt</p>
Literatur	<p>Physik für Ingenieure, Hering/Martin/Stohrer, Springer</p> <p>Atom- und Quantenphysik, Haken/Wolf, Springer</p> <p>Grundkurs Theoretische Physik 5 1, Nolting, Springer</p> <p>Electronic Structure of Materials, Sutton, Oxford</p> <p>Materials Science and Engineering: An Introduction, Callister/Rethwisch, Edition 9, Wiley</p>

Lehrveranstaltung L1676: Quantenmechanik von Festkörpern	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Gregor Vonbun-Feldbauer
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M2111: Wearable Electronics: Development of soft and stretchable sensors and devices

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Wearable Electronics: Entwicklung von weichen und dehnbaren Sensoren und Geräten (L3198)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2	3
Wearable Electronics: Materialien und Anwendungen (L3197)	Vorlesung	2	3

Modulverantwortlicher	Prof. Franziska Lissel
------------------------------	------------------------

Zulassungsvoraussetzungen	None
----------------------------------	------

Empfohlene Vorkenntnisse	<p>To successfully participate in this module, the following knowledge and skills are helpful but not mandatory:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Basic knowledge of chemistry and physics, especially regarding polymers and electrical conductors. - Interest in materials science and technology development. - Ability to read and understand scientific texts in English. - Willingness to collaborate in teams and solve technical and conceptual problems together. - Basic skills in academic work (e.g., literature research, presentation). <p>This module is designed to be beginner-friendly. All essential foundations are covered during the course.</p>
---------------------------------	---

Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht
---	---

Fachkompetenz <i>Wissen</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Understanding of the essential material properties of soft polymers (e.g., elasticity, conductivity) and their application in practice. 2. Ability to explain and apply the fundamentals of device design for organic field-effect transistors (OFETs) and organic electrochemical transistors (OECTs). 3. Development of solutions for specific challenges in soft electronics. 4. Critical evaluation of the societal, industrial, and scientific relevance of soft electronics technologies.
<i>Fertigkeiten</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Systematic development and theoretical design of simple devices (e.g., sensors, transistors). 2. Application of scientific methods to analyze material properties and devise design strategies.
Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ability to work effectively in teams, define roles, and distribute tasks. 2. Clear and persuasive communication of ideas and results in oral and written formats (e.g., presentations, reports). 3. Engagement with interdisciplinary questions and integration of diverse perspectives into problem-solving processes.
<i>Selbstständigkeit</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Independent organization and execution of projects, including research and concept development. 2. Reflection on personal learning processes and effective use of feedback for improvement. 3. Development of innovative ideas to address technical and practical challenges.

Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56
----------------------------------	-------------------------------------

Leistungspunkte	6
------------------------	---

Studienleistung	Keine
------------------------	-------

Prüfung	Referat
----------------	---------

Prüfungsdauer und -umfang	20 min Vortrag und anschließende Diskussion
----------------------------------	---

Zuordnung zu folgenden Curricula	Materials Science and Engineering: Vertiefung Nano and Hybrid Materials: Wahlpflicht
---	--

Lehrveranstaltung L3198: Wearable Electronics: Development of soft and stretchable sensors and devices	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Franziska Lissel
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>In this module, you will learn the fundamentals of soft electronics and their application in innovative technologies such as wearables, health monitoring, and flexible displays. You will gain insight into the material properties of electrically conductive polymers and how to use them for flexible devices. Additionally, you will be introduced to the design principles of organic transistors (OFETs and OECTs) and explore the challenges in developing soft electronics. By the end of the module, you will be able to develop your own solutions for practical problems in this exciting field and reflect on the societal relevance of these technologies.</p> <p>The module follows a Problem-Based Learning (PBL) format, where you will work in groups on a specific problem (e.g., a soft, stretchable sensor for health monitoring). In an asynchronous online seminar, you will receive feedback and guidance. At the end, you will present your results in a presentation, which also serves as the final exam.</p> <p>Overview Lecture: Wearable Electronics - Theoretical Foundations</p> <p>Part 1: Introduction Overview of soft polymer electronics and their significance (wearables, health monitoring, flexible displays, robotics); introduction to organic electronics and the role of OFETs and OECTs. Introduction to the problem-based learning format.</p> <p>Part 2: Material Properties Electrically conductive polymers: properties, types, and processing; mechanical properties: elasticity, fracture strain, and criteria for selecting materials for flexible devices; trade-offs between conductivity and flexibility.</p> <p>Part 3: Device Design Structure and functionality of OFETs and OECTs; design challenges: contact formation, stability, and interaction with soft materials; integration of soft sensors into systems.</p> <p>Part 4: Challenges and Applications Scalability and production of soft electronics; environmental issues: recycling and lifespan of polymers; future applications and trends.</p>
Literatur	

Lehrveranstaltung L3197: Wearable Electronics: Materials and Applications	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Franziska Lissel
Sprachen	EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>In this module, you will learn the fundamentals of soft electronics and their application in innovative technologies such as wearables, health monitoring, and flexible displays. You will gain insight into the material properties of electrically conductive polymers and how to use them for flexible devices. Additionally, you will be introduced to the design principles of organic transistors (OFETs and OECTs) and explore the challenges in developing soft electronics. By the end of the module, you will be able to develop your own solutions for practical problems in this exciting field and reflect on the societal relevance of these technologies.</p> <p>The module follows a Problem-Based Learning (PBL) format, where you will work in groups on a specific problem (e.g., a soft, stretchable sensor for health monitoring). In an asynchronous online seminar, you will receive feedback and guidance. At the end, you will present your results in a presentation, which also serves as the final exam.</p> <p>Overview Lecture: Wearable Electronics - Theoretical Foundations</p> <p>Part 1: Introduction Overview of soft polymer electronics and their significance (wearables, health monitoring, flexible displays, robotics); introduction to organic electronics and the role of OFETs and OECTs. Introduction to the problem-based learning format.</p> <p>Part 2: Material Properties Electrically conductive polymers: properties, types, and processing; mechanical properties: elasticity, fracture strain, and criteria for selecting materials for flexible devices; trade-offs between conductivity and flexibility.</p> <p>Part 3: Device Design Structure and functionality of OFETs and OECTs; design challenges: contact formation, stability, and interaction with soft materials; integration of soft sensors into systems.</p> <p>Part 4: Challenges and Applications Scalability and production of soft electronics; environmental issues: recycling and lifespan of polymers; future applications and trends.</p>
Literatur	

Modul M1796: Magnetic resonance in engineering				
Lehrveranstaltungen				
Titel		Typ	SWS	LP
	Grundlagen der Magnetresonanz (L2968)	Vorlesung	3	3
	Magnetresonanz in den Ingenieurwissenschaften (L2969)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	3	3
Modulverantwortlicher	Dr. Stefan Benders			
Zulassungsvoraussetzungen	None			
Empfohlene Vorkenntnisse	No special previous knowledge is necessary.			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht			
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> This module covers the fundamentals of nuclear magnetic resonance spectroscopy (NMR) and magnetic resonance imaging (MRI) and their applications in engineering disciplines. The module consists of a classical lecture complemented by a problem-based learning course that includes practical hands-on experience on magnetic resonance devices. The module will be held in English.</p>			
<i>Fertigkeiten</i>	<p>After the successful completion of the course the students shall:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Understand the physical principles and practical aspects of magnetic resonance in engineering. 2. Know how to safely operate NMR and MRI systems. 3. Know how to run standard experimental sequences and how to implement more advanced sequence protocols. 4. Have an overview of the current capabilities and limits of the MR technique 			
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> In the problem-based course Magnetic Resonance in Engineering, the students will obtain hands-on experience on how to operate NMR spectrometers and high-field and low-field MRI systems. The course will cover safety aspects, pulse sequence design, spectral image analysis, and image reconstruction. The students will work in small groups on practical tasks on different NMR and MRI systems located at the campus of TUHH.</p>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Through the practical character of the PBL course, the student shall improve their communication skills.			
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84			
Leistungspunkte	6			
Studienleistung	Keine			
Prüfung	Fachtheoretisch-fachpraktische Arbeit			
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten			
Zuordnung zu folgenden Curricula	<p>Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung C - Bioökonomische Verfahrenstechnik, Schwerpunkt Energie- und Bioprozesstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Engineering Materials: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Nano and Hybrid Materials: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Allgemeine Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Chemische Verfahrenstechnik: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Vertiefung Umweltverfahrenstechnik: Wahlpflicht</p>			

Lehrveranstaltung L2968: Fundamentals of Magnetic Resonance	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr. Stefan Benders
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<p>This lecture covers the fundamentals magnetic resonance imaging (MRI) and magnetic resonance spectroscopy (NMR). It focuses on the following topics:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. The fundamentals of magnetic resonance: magnetism, magnetic fields, radiofrequency, spin, relaxation 2. Hardware for magnetic resonance: magnets (high-field and low-field), radiofrequency coil design, magnetic field gradients 3. NMR-Spectroscopy: chemical shift, J-Coupling, 2D NMR, solid-state, MAS 4. Relaxometry: single-sided NMR, contrasts, 5. Magnetic resonance imaging (MRI): gradients, coils, k-space, imaging sequences, ultrafast Imaging, parallel imaging, velocimetry, CEST 6. Hyperpolarization techniques: DNP, p-H₂, optical pumping with Xe 7. Applications of magnetic resonance in chemical engineering 8. Applications of magnetic resonance in material science and engineering 9. Applications of magnetic resonance in biomedical engineering
Literatur	<p>Stapf, S., & Han, S. (2006). NMR imaging in chemical engineering. Weinheim: Wiley-VCH. ISBN: 978-3-527-60719-8</p> <p>Blümich B., (2003) NMR imaging of materials. Oxford University Press, Online- ISBN: 9780191709524 , doi: https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198526766.001.0001</p> <p>Brown R. W., Cheng Y. N., Haacke E. M., Thompson M. R., Venkatesan R., (2014) Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., doi: 10.1002/9781118633953</p> <p>Haber-Pohlmeier, Sabina, Bernhard Blumich, and Luisa Ciobanu, (2022) Magnetic Resonance Microscopy: Instrumentation and Applications in Engineering, Life Science, and Energy Research. John Wiley & Sons</p>

Lehrveranstaltung L2969: Magnetic Resonance in Engineering	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Dr. Stefan Benders
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	In this course, the theoretical basics of magnetic resonance spectroscopy and magnetic resonance tomography are supplemented with practical experiments on the respective devices. The practical handling and operation of the equipment will be learned.
Literatur	<p>Stapf, S., & Han, S. (2006). NMR imaging in chemical engineering. Weinheim: Wiley-VCH. ISBN: 978-3-527-60719-8</p> <p>Blümich B., (2003) NMR imaging of materials. Oxford University Press, Online- ISBN: 9780191709524, doi: https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198526766.001.0001</p> <p>Brown R. W., Cheng Y. N., Haacke E. M., Thompson M. R., Venkatesan R., (2014) Magnetic Resonance Imaging: Physical Principles and Sequence Design, Second Edition, John Wiley & Sons, Inc., doi: 10.1002/9781118633953</p>

Modul M1915: Materialwissenschaftliches Seminar			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Seminar Metallische Nanomaterialien (L1757)	Seminar	2	3
Seminar Verbundwerkstoffe (L1758)	Seminar	2	3
Seminar keramische Hochleistungsmaterialien (L1801)	Seminar	2	3
Seminar zu grenzflächenbestimmten Materialien (L1795)	Seminar	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Jörg Weißmüller		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse Nanomaterialien, Elektrochemie, Grenzflächenphysik, Mechanik		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Die Studierenden können die wichtigsten Sachverhalte und Zusammenhänge eines vergebenen Themas aus der Materialwissenschaft verständlich erklären.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage, ein vorgegebenes Thema aus der Materialwissenschaft zu erarbeiten und eine klare, strukturierte und verständliche Präsentation des Stoffes zu geben. Sie können eine vorgegebene Zeitdauer des Vortrags einhalten. Sie können eine schriftliche Zusammenfassung einschließlich Illustrationen in englischer Sprache verfassen, die die wichtigsten Ergebnisse, Zusammenhänge und Erläuterungen des Stoffes enthält.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können sich hinsichtlich Inhalt, Detailliertheit und Präsentationsstil ihres Vortrags auf die Zusammensetzung und die Vorkenntnisse der Zuhörerschaft einstellen. Sie können Fragen aus dem Auditorium knapp und präzise beantworten.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig eine Literaturrecherche zu einem gegebenen Thema durchzuführen. Sie sind in der Lage, selbstständig zu entscheiden, welche Teile des Materials im Vortrag aufgenommen werden sollten.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Abhängig von der Wahl der Lehrveranstaltungen		
Leistungspunkte	3		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materials Science and Engineering: Vertiefung Engineering Materials: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Modeling: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Nano and Hybrid Materials: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1757: Seminar Metallische Nanomaterialien	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Jörg Weißmüller, Prof. Shan Shi
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	Aktuelle Themen der Materialforschung auf dem Gebiet der metallischen Nanomaterialien.
Literatur	Ausgehend von aktuellen Fachpublikationen erarbeiten die Studierenden unter Anleitung die wissenschaftlichen Grundlagen und stellen dazu die jeweils relevanten Arbeiten aus der Fachliteratur zusammen. Based on current scientific publications, and under guidance, students work out the scientific fundamentals and compile the relevant works from the professional literature in each case.

Lehrveranstaltung L1758: Seminar Verbundwerkstoffe	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	Aktuelle Themen der Materialforschung auf dem Gebiet der Polymere, deren Verbundwerkstoffe und Nanomaterialien.
Literatur	Based on current scientific publications, and under guidance, students work out the scientific fundamentals and compile the relevant works from the professional literature in each case.

Lehrveranstaltung L1801: Seminar keramische Hochleistungsmaterialien	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Gerold Schneider, Prof. Kaline Pagnan Furlan
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L1795: Seminar zu grenzflächenbestimmten Materialien	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	30 min
Dozenten	Prof. Patrick Huber
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	
Literatur	

Modul M0644: Optoelectronics II - Quantum Optics			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Optoelektronik II: Quantenoptik (L0360)		Vorlesung	2 3
Optoelektronik II: Quantenoptik (Übung) (L0362)		Gruppenübung	1 1
Modulverantwortlicher	Dr. Alexander Petrov		
Zulassungsvoraussetzungen	None		
Empfohlene Vorkenntnisse	Basic principles of electrodynamics, optics and quantum mechanics		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Students can explain the fundamental mathematical and physical relations of quantum optical phenomena such as absorption, stimulated and spontaneous emission. They can describe material properties as well as technical solutions. They can give an overview on quantum optical components in technical applications.		
<i>Fertigkeiten</i>	Students can generate models and derive mathematical descriptions in relation to quantum optical phenomena and processes. They can derive approximative solutions and judge factors influential on the components' performance.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Students can jointly solve subject related problems in groups. They can present their results effectively within the framework of the problem solving course.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Students are capable to extract relevant information from the provided references and to relate this information to the content of the lecture. They can reflect their acquired level of expertise with the help of lecture accompanying measures such as exam typical exam questions. Students are able to connect their knowledge with that acquired from other lectures.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42		
Leistungspunkte	4		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	60 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Electrical Engineering and Information Technology: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Electrical Engineering and Information Technology: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Nano and Hybrid Materials: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Microelectronics and Microsystems: Vertiefung Microelectronics Complements: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0360: Optoelectronics II: Quantum Optics	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Alexander Petrov
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Generation of light • Photons • Thermal and nonthermal light • Laser amplifier • Noise • Optical resonators • Spectral properties of laser light • CW-lasers (gas, solid state, semiconductor) • Pulsed lasers
Literatur	<p>Bahaa E. A. Saleh, Malvin Carl Teich, Fundamentals of Photonics, Wiley 2007 Demtröder, W., Laser Spectroscopy: Basic Concepts and Instrumentation, Springer, 2002 Kasap, S.O., Optoelectronics and Photonics: Principles and Practices, Prentice Hall, 2001 Yariv, A., Quantum Electronics, Wiley, 1988 Wilson, J., Hawkes, J., Optoelectronics: An Introduction, Prentice Hall, 1997, ISBN: 013103961X Siegman, A.E., Lasers, University Science Books, 1986</p>

Lehrveranstaltung L0362: Optoelectronics II: Quantum Optics (Problem Solving Course)	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Dr. Alexander Petrov
Sprachen	EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	see lecture Optoelectronics 1 - Wave Optics
Literatur	see lecture Optoelectronics 1 - Wave Optics

Modul M0519: Partikeltechnologie und Feststoffverfahrenstechnik

Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Partikeltechnologie II (L0051)	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	1	1
Partikeltechnologie II (L0050)	Vorlesung	2	2
Praktikum Partikeltechnologie II (L0430)	Laborpraktikum	3	3
Modulverantwortlicher	Prof. Stefan Heinrich		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundkenntnisse der Partikeltechnologie und Feststoffverfahrenstechnik, Kenntnis der grundlegenden Verfahren		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, basierend auf der Kenntnis der Mikroprozesse auf Partikelebene die Prozesse der Feststoffverfahrenstechnik sehr detailliert zu beschreiben und zu erläutern.		
<i>Wissen</i>			
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden sind in der Lage, die notwendigen Verfahren und Apparate zur gezielten Prozessierung von Feststoffen in Abhängigkeit von den spezifischen Partikeleigenschaften auszuwählen, zu modifizieren und zu modellieren		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden sind in der Lage Aufgaben im Bereich der Feststoffverfahrenstechnik in kleinen Gruppen zu bearbeiten und die gesammelten Ergebnisse anschließend mündlichen zu präsentieren. Die Studierenden sind befähigt, fachliches Wissen mit wissenschaftlichen Kollegen zu diskutieren.		
<i>Sozialkompetenz</i>			
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind dazu in der Lage Fragestellungen in der Partikeltechnologie selbstständig und in kleinen Gruppen zu analysieren und zu lösen.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja Keiner	Schriftliche Ausarbeitung	fünf Berichte (pro Versuch ein Bericht) à 5-10 Seiten
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 Minuten		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Kernqualifikation: Wahlpflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Vertiefung Chemie- und Bioingenieurwesen: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Materials Science and Engineering: Vertiefung Nano and Hybrid Materials: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L0051: Partikeltechnologie II	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	1
LP	1
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 16, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Stefan Heinrich
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Lehrveranstaltung L0050: Partikeltechnologie II	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Stefan Heinrich
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Übung in Form von "Project based Learning": selbstständiges Lösen von Problemstellungen der Feststoffverfahrenstechnik • Kontaktkräfte, interpartikuläre Kräfte • vertiefte Behandlung von Kornzerkleinerung • CFD Methoden zur Beschreibung von Fluid/Feststoffströmungen, Euler/Euler-Methode, Discrete Particle Modeling • Behandlung von Problemen mit verteilten Stoffeigenschaften, Lösung von Populationsbilanzen • Fließschemasimulation von Feststoffprozessen
Literatur	<p>Schubert, H.; Heidenreich, E.; Liepe, F.; Neeße, T.: Mechanische Verfahrenstechnik. Deutscher Verlag für die Grundstoffindustrie, Leipzig, 1990.</p> <p>Stieß, M.: Mechanische Verfahrenstechnik I und II. Springer Verlag, Berlin, 1992.</p>

Lehrveranstaltung L0430: Praktikum Partikeltechnologie II	
Typ	Laborpraktikum
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Stefan Heinrich
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> • Fluidisation • Agglomeration • Granulation • Trocknung • Bestimmung der mechanische Eigenschaften von Agglomeraten
Literatur	<p>Schubert, H.; Heidenreich, E.; Liepe, F.; Neeße, T.: Mechanische Verfahrenstechnik. Deutscher Verlag für die Grundstoffindustrie, Leipzig, 1990.</p> <p>Stieß, M.: Mechanische Verfahrenstechnik I und II. Springer Verlag, Berlin, 1992.</p>

Thesis

Modul M-002: Masterarbeit			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Professoren der TUHH		
Zulassungsvoraussetzungen	<ul style="list-style-type: none"> Laut ASPO § 21 (1): Es müssen mindestens 60 Leistungspunkte im Studiengang erworben worden sein. Über Ausnahmen entscheidet der Prüfungsausschuss. 		
Empfohlene Vorkenntnisse	keine		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz <i>Wissen</i> <i>Fertigkeiten</i> Personale Kompetenzen <i>Sozialkompetenz</i> <i>Selbstständigkeit</i>	<ul style="list-style-type: none"> Die Studierenden können das Spezialwissen (Fakten, Theorien und Methoden) ihres Studienfaches sicher zur Bearbeitung fachlicher Fragestellungen einsetzen. Die Studierenden können in einem oder mehreren Spezialbereichen ihres Faches die relevanten Ansätze und Terminologien in der Tiefe erklären, aktuelle Entwicklungen beschreiben und kritisch Stellung beziehen. Die Studierenden können eine eigene Forschungsaufgabe in ihrem Fachgebiet verorten, den Forschungsstand erheben und kritisch einschätzen. Die Studierenden sind in der Lage, für die jeweilige fachliche Problemstellung geeignete Methoden auszuwählen, anzuwenden und ggf. weiterzuentwickeln. Die Studierenden sind in der Lage, im Studium erworbenes Wissen und erlernte Methoden auch auf komplexe und/oder unvollständig definierte Problemstellungen lösungsorientiert anzuwenden. Die Studierenden können in ihrem Fachgebiet neue wissenschaftliche Erkenntnisse erarbeiten und diese kritisch beurteilen. Studierende können <ul style="list-style-type: none"> eine wissenschaftliche Fragestellung für ein Fachpublikum sowohl schriftlich als auch mündlich strukturiert, verständlich und sachlich richtig darstellen. in einer Fachdiskussion Fragen fachkundig und zugleich adressatengerecht beantworten und dabei eigene Einschätzungen überzeugend vertreten. Studierende sind fähig, <ul style="list-style-type: none"> ein eigenes Projekt in Arbeitspakete zu strukturieren und abzuarbeiten. sich in ein teilweise unbekanntes Arbeitsgebiet des Studiengangs vertieft einzuarbeiten und dafür benötigte Informationen zu erschließen. Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens umfassend in einer eigenen Forschungsarbeit anzuwenden. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 900, Präsenzstudium 0		
Leistungspunkte	30		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Abschlussarbeit		
Prüfungsdauer und -umfang	laut ASPO		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht Chemie- und Bioingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Computational Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht Computer Science: Abschlussarbeit: Pflicht Data Science: Abschlussarbeit: Pflicht Electrical Engineering and Information Technology: Abschlussarbeit: Pflicht Elektrotechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Energietechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Environmental Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht Flugzeug-Systemtechnik: Abschlussarbeit: Pflicht		

Global Innovation Management: Abschlussarbeit: Pflicht
Informatik-Ingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht
Information and Communication Systems: Abschlussarbeit: Pflicht
Interdisciplinary Mathematics: Abschlussarbeit: Pflicht
International Production Management: Abschlussarbeit: Pflicht
Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht
Joint European Master in Environmental Studies - Cities and Sustainability: Abschlussarbeit: Pflicht
Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Abschlussarbeit: Pflicht
Luftfahrttechnik: Abschlussarbeit: Pflicht
Maschinenbau - Produktentwicklung und Produktion: Abschlussarbeit: Pflicht
Materials Science and Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht
Materialwissenschaft: Abschlussarbeit: Pflicht
Mechanical Engineering and Management: Abschlussarbeit: Pflicht
Mechatronics: Abschlussarbeit: Pflicht
Mediziningenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht
Microelectronics and Microsystems: Abschlussarbeit: Pflicht
Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Abschlussarbeit: Pflicht
Regenerative Energien: Abschlussarbeit: Pflicht
Schiffbau und Meerestechnik: Abschlussarbeit: Pflicht
Schiffbau und Meerestechnik - Kopie: Abschlussarbeit: Pflicht
Ship and Offshore Technology: Abschlussarbeit: Pflicht
Theoretischer Maschinenbau: Abschlussarbeit: Pflicht
Verfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht
Wasser- und Umweltingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht
Zulassungs- und Sachverständigenwesen in der Luftfahrt: Abschlussarbeit: Pflicht