



Modulhandbuch

Master of Science (M.Sc.)

Materialwissenschaft Duale Variante

Kohorte: Wintersemester 2022

Stand: 7. Juli 2022

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Studiengangsbeschreibung	3
Fachmodule der Kernqualifikation	5
Modul M0523: Betrieb & Management	5
Modul M1198: Materialphysik und atomare Materialmodellierung	6
Modul M1170: Phänomene und Methoden der Materialwissenschaft	9
Modul M1569: Angewandte Computermethoden der Materialwissenschaft	11
Modul M1759: Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Master	13
Modul M1756: Praxismodul 1 im dualen Master	14
Modul M1219: Fortgeschrittenenpraktikum Materialwissenschaften	16
Modul M1226: Mechanische Eigenschaften	17
Modul M1197: Mehrphasige Materialien	20
Modul M1757: Praxismodul 2 im dualen Master	22
Modul M1199: Moderne Funktionsmaterialien	24
Modul M1221: Studienarbeit Moderne Probleme der Materialwissenschaften	25
Modul M1758: Praxismodul 3 im dualen Master	26
Fachmodule der Vertiefung Konstruktionswerkstoffe	28
Modul M1342: Kunststoffe	28
Modul M1570: Ermüdung metallischer Strukturwerkstoffe und Verfahren für die Lebensdauerverlängerung	30
Modul M1344: Verarbeitung von Faser-Kunststoff-Verbunde	33
Modul M1343: Aufbau und Eigenschaften der Faser-Kunststoff-Verbunde	35
Modul M0595: Materialprüfung, Bauzustands- und Schadensanalyse	37
Modul M1291: Materialwissenschaftliches Seminar	38
Modul M1345: Metallic and Hybrid Light-weight Materials	40
Modul M1665: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden	43
Fachmodule der Vertiefung Modellierung	45
Modul M1151: Werkstoffmodellierung	45
Modul M0604: High-Order FEM	47
Modul M0605: Numerische Strukturmechanik	49
Modul M0606: Numerische Algorithmen in der Strukturmechanik	51
Modul M1238: Quantenmechanik von Festkörpern	53
Modul M0603: Nichtlineare Strukturanalyse	55
Modul M1291: Materialwissenschaftliches Seminar	57
Modul M1150: Kontinuumsmechanik	59
Fachmodule der Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien	62
Modul M0766: Microsystems Technology	62
Modul M1334: BIO II: Biomaterials	64
Modul M0643: Optoelectronics I - Wave Optics	66
Modul M0930: Semiconductor Seminar	68
Modul M1220: Grenzflächen und grenzflächenbestimmte Materialien	69
Modul M1238: Quantenmechanik von Festkörpern	71
Modul M1335: BIO II: Gelenkersatz	73
Modul M0519: Partikeltechnologie und Feststoffverfahrenstechnik	74
Modul M0644: Optoelectronics II - Quantum Optics	76
Modul M1291: Materialwissenschaftliches Seminar	78
Thesis	80
Modul M1801: Masterarbeit im dualen Studium	80

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 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 Materialwissenschaft (M.Sc.) - Multiskalige Materialsysteme richtet sich an Bachelor-Absolventen 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.

Ergänzend zu dem fachlichen Grundlagenkanon an der TUHH sind Seminare zur Personalen Kompetenzentwicklung im Rahmen des Theorie-Praxis-Transfers in das duale Studium integriert, die den modernen Berufsanforderungen an eine Ingenieurin bzw. einen Ingenieur gerecht werden und die Verknüpfung der beiden Lernorte unterstützt.

Die praxisintegrierenden dualen Intensivstudiengänge der TUHH bestehen aus einem wissenschaftsorientierten und einem praxisorientierten Teil, welche an zwei Lernorten durchgeführt werden. Der wissenschaftsorientierte Teil umfasst das Studium an der TUHH. Der praxisorientierte Teil ist mit dem Studium inhaltlich und zeitlich abgestimmt und findet jeweils in der vorlesungsfreien Zeit in einem Kooperationsunternehmen in Form von Praxismodulen und -phasen statt.

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

Zudem erlangen die Studentinnen und Studenten grundlegende fachliche und personale Kompetenzen im dualen Studium, die sowohl zu einem frühen Einstieg in die Berufspraxis als auch zu einem wissenschaftlich vertiefenden Studium befähigen. Darüber hinaus werden berufspraktische Erfahrungen durch die integrierten Praxismodule erweitert. Die Absolventinnen und Absolventen des dualen Studiengangs verfügen über ein breites Grundlagenwissen, grundlegende Fähigkeiten des wissenschaftlichen Arbeitens und über anwendungsbezogene personale Kompetenzen.

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 Materialwissenschaftlichen 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

Modulhandbuch M.Sc. "Materialwissenschaft"

- 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“

- 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.

Der kontinuierliche Wechsel der Lernorte im dualen Studium ermöglicht es, dass Theorie und Praxis zueinander in Beziehung gesetzt werden können. Die individuellen berufspraktischen Erfahrungen werden von den Studierenden theoretisch reflektiert und in neue Formen der Praxis überführt, wie auch die praktische Erprobung theoretischer Elemente als Anregung für die theoretische Auseinandersetzung genutzt wird.

Studiengangsstruktur

Das Curriculum des Masterstudiengangs „Materialwissenschaft“ ist wie folgt gegliedert:

Kernqualifikation: 1.-3. Fachsemester, insgesamt 96 Leistungspunkte. In der Kernqualifikation sind auch die Module „Theorie-Praxis-Verzahnung“ und „Betrieb & Management“ mit jeweils sechs Leistungspunkten sowie die Praxisphasen im dualen Studium (30 LP) 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 im Lernort Kooperationsunternehmen

Damit ergibt sich ein Gesamtaufwand für den gesamten Studiengang von 150 Leistungspunkten.

Das Strukturmodell der dualen Studienvariante folgt einem moduldifferenzierenden Ansatz. Aufgrund des praxisorientierten Teils weist das Curriculum der dualen Studienvariante Unterschiede im Vergleich zum regulären Bachelorstudium auf. Die fünf Praxismodule sind in entsprechenden Praxisphasen in der vorlesungsfreien Zeit verortet und finden im Kooperationsunternehmen der dual Studierenden statt.

Fachmodule der Kernqualifikation

Modul M0523: Betrieb & Management	
Modulverantwortlicher	Prof. Matthias Meyer
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
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 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. <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. <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. <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 M1198: Materialphysik und atomare Materialmodellierung			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Materialphysik (L1624)	Vorlesung	2	2
Quantenmechanik und atomare 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	Materialwissenschaft: 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
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 atomare Materialmodellierung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Robert Meißner
Sprachen	DE
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
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 M1170: Phänomene und Methoden der Materialwissenschaft			
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 Materialwissenschaft: 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: Experimentelle Methoden der Materialcharakterisierung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 32, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Shan Shi
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ul style="list-style-type: none"> Strukturelle Charakterisierungsmethoden mit Photonen, Neutronen und Elektronen (insbesondere Röntgen- und Neutronenbeugung, Elektronenmikroskopie, Tomographietechniken, grenzflächensensitive Methoden) Mechanische und thermodynamische Charakterisierungsmethoden (Indentermessungen) Charakterisierung von optischen, elektrischen und magnetischen Eigenschaften (Spektroskopie, elektrische Leitfähigkeit, Magnetometrie)
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	Dr. Shan Shi
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	
Literatur	

Modul M1569: Angewandte Computermethoden der Materialwissenschaft			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Angewandte Computermethoden für Materialwissenschaften (L1626)	Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
		SWS	3
		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 138, Präsenzstudium 42		
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	Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L1626: Angewandte Computermethoden für Materialwissenschaften	
Typ	Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung
SWS	3
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 138, Präsenzstudium 42
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 M1759: Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Master	
Modulverantwortlicher	Dr. Henning Haschke
Zulassungsvoraussetzungen	Keine
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Modul „Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Bachelor“ • Praxismodule aus dem dualen Bachelor der TUHH
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>	<p>Die Studierenden ...</p> <p>... können ausgewählte klassische und aktuelle Theorien, Konzepte und Methoden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • des Projektmanagements und • des Veränderungs- und Transformationsmanagements <p>... beschreiben, einordnen sowie auf konkrete Situationen, Prozesse und Vorhaben in Ihrem persönlichen beruflichen Kontext anwenden.</p> <p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... antizipieren typische Schwierigkeiten, positive und negative Auswirkungen sowie Erfolgs- und Misserfolgskriterien im Ingenieurbereich, beurteilen diese und wägen aussichtsreiche Strategien und Handlungsoptionen gegeneinander ab. • ... entwickeln spezialisierte fachliche und konzeptionelle Fertigkeiten zur Lösung komplexer Aufgaben- und Problemstellungen im beruflichen Tätigkeitsfeld/Arbeitsbereich. <p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... sind in der Lage, auch interdisziplinäre Teams im Rahmen komplexer Aufgaben- und Problemstellungen verantwortlich zu leiten. • ... führen bereichsspezifische und -übergreifende Diskussionen mit Fachexpertinnen und Fachexperten, Stakeholdern sowie Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und vertreten dabei ihre Vorgehensweisen, Standpunkte und Arbeitsergebnisse. <p>Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... definieren, reflektieren und bewerten Ziele und Maßnahmen für komplexe anwendungsorientierte Projekte und Veränderungsprozesse. • ... gestalten ihren beruflichen Zuständigkeitsbereich eigenständig und nachhaltig. • ... übernehmen Verantwortung für ihr Handeln und für ihre Arbeitsergebnisse.
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
Leistungspunkte	6
Studienleistung	Keine
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung
Prüfungsdauer und -umfang	Studienbegleitende und semesterübergreifende Dokumentation: Die Leistungspunkte für das Modul werden durch die Anfertigung eines digitalen Lern- und Entwicklungsberichtes (E-Portfolio) erworben. Dabei handelt es sich um eine fortlaufende Dokumentation und Reflexion der Lernerfahrungen und der Kompetenzentwicklung im Bereich der Personalen Kompetenz.

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

Modul M1756: Praxismodul 1 im dualen Master			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Praxisphase 1 im dualen Master (L2887)		0	10
Modulverantwortlicher	Dr. Henning Haschke		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Erfolgreicher Abschluss eines dualen Bachelors der TU Hamburg bzw. vergleichbare berufspraktische Erfahrungen und Kompetenzen im Bereich der Theorie-Praxis-Verzahnung LV D "Projektmanagement im Ingenieurbereich verantwortungsvoll gestalten" aus dem Modul "Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Master" 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	Die Studierenden ...		
<i>Wissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> ... verbinden ihre Kenntnisse von Fakten, Grundsätzen, Theorien und Methoden der bisherigen Studieninhalte mit dem erworbenen Praxiswissen, insbesondere ihrem Wissen um berufspraktische Verfahrens- und Vorgehensmöglichkeiten, im aktuellen Tätigkeitsfeld im Ingenieurbereich. ... verfügen über ein kritisches Verständnis über die praktischen Anwendungsmöglichkeiten ihres ingenieurwissenschaftlichen Faches. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden ...		
	<ul style="list-style-type: none"> ... wenden fachtheoretisches Wissen auf komplexe, bereichsübergreifende Problemstellungen des Betriebes an und beurteilen die dazugehörigen Arbeitsprozesse und -ergebnisse unter Einbeziehung von Handlungsoptionen. ... setzen die mit ihren aktuellen Aufgaben korrespondierenden hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen um. ... erarbeiten Lösungen sowie Verfahrens- und Vorgehensweisen in ihrem Tätigkeitsfeld und Zuständigkeitsbereich. 		
Personale Kompetenzen	Die Studierenden ...		
<i>Sozialkompetenz</i>	<ul style="list-style-type: none"> ... arbeiten verantwortlich in Projektteams ihres Arbeitsbereichs und gehen vorausschauend mit Problemen in der Arbeitsgruppe um. ... vertreten komplexe ingenieurwissenschaftliche Standpunkte, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsansätze im Gespräch mit internen und externen betrieblichen Stakeholdern argumentativ. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden ...		
	<ul style="list-style-type: none"> ... definieren Ziele für die eigenen Lern- und Arbeitsprozesse als Ingenieurin bzw. Ingenieur. ... reflektieren Lern- und Arbeitsprozesse in ihrem Zuständigkeitsbereich. ... reflektieren die Bedeutung von Fachmodulen, Vertiefungsrichtungen und Spezialisierung für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur sowie die Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen und der damit einhergehenden Herausforderungen eines positiven Theorie-Praxis-Transfers. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 300, Präsenzstudium 0		
Leistungspunkte	10		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung		
Prüfungsdauer und -umfang	Studienbegleitende und semesterübergreifende Dokumentation: Die Leistungspunkte für das Modul werden durch die Anfertigung eines digitalen Lern- und Entwicklungsberichtes (E-Portfolio) erworben. Dabei handelt es sich um eine Dokumentation und Reflexion der individuellen Lernerfahrungen und Kompetenzentwicklungen im Bereich der Theorie-Praxis-Verzahnung und der Berufspraxis. Zusätzlich erbringt das Kooperationsunternehmen gegenüber der Koordinierungsstelle dual@TUHH den Nachweis, dass die bzw. der dual Studierende die Praxisphase absolviert hat.		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Pflicht Environmental Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Information and Communication Systems: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht Mediziningenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht		

Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Pflicht
Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht
Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht
Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Pflicht
Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht
Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht
Wasser- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L2887: Praxisphase 1 im dualen Master

Typ	
SWS	0
LP	10
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 300, Präsenzstudium 0
Dozenten	Dr. Henning Haschke
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<p>Onboarding Betrieb</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zuweisung berufliches Tätigkeitsfeld als Ingenieurin bzw. Ingenieur (B.Sc.) und dazugehöriger Arbeitsbereiche • Festlegung der Zuständigkeiten und Befugnisse des dual Studierenden im Betrieb als Ingenieurin bzw. Ingenieur (B.Sc.) • Eigenverantwortliches Arbeiten im Team und ausgewählten Projekten - bereichs- und ggf. unternehmensübergreifend • Ablaufplanung des aktuellen Praxismoduls mit klarer Zuordnung zu den Arbeitsstrukturen • Ablaufplanung der Prüfungsphase/nächstes Studiensemester <p>Betriebliches Wissen und betriebliche Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unternehmensspezifika: Verantwortung als Ingenieurin bzw. Ingenieur (B.Sc.) im eigenen Arbeitsbereich, Koordination von Team- und Projektarbeit, Umgang mit komplexen Zusammenhängen und ungelösten Problemstellungen, Entwicklung und Realisierung von Innovationen • Fachliche Spezialisierung (korrespondierend mit dem gewählten Studiengang (M.Sc.) im Tätigkeitsfeld • Systemische Fertigkeiten • Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen (Theorie-Praxis-Transfer) in damit korrespondierenden Arbeits- und Aufgabenbereichen des Betriebes <p>Lerntransfer/-reflexion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anlegen E-Portfolio • Bedeutung der Studieninhalte (M.Sc.) für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur • Bedeutung von Entwicklung und Innovation für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Studierendenhandbuch • Betriebliche Dokumente • Hochschulseitige Handlungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer

Modul M1219: Fortgeschrittenenpraktikum Materialwissenschaften			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Fortgeschrittenenpraktikum Materialwissenschaftlichen (L1653)	Typ	Laborpraktikum
		SWS	6
		LP	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	Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht		

Lehrveranstaltung L1653: Fortgeschrittenenpraktikum Materialwissenschaftlichen	
Typ	Laborpraktikum
SWS	6
LP	6
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 96, Präsenzstudium 84
Dozenten	Prof. Jörg Weißmüller, Prof. Stefan Fritz Müller, Prof. Patrick Huber, Prof. Bodo Fiedler, Prof. Gerold Schneider
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	siehe Versuchsbeschreibungen auf StudIP
	<ul style="list-style-type: none"> • Verarbeitung, Eigenschaften und Struktur von Kunststoffen und deren Verbundwerkstoffen • Flüssigkeitstransport durch poröse Materialien
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • siehe Versuchsbeschreibungen sowie die dort angegebenen Literaturverweise auf StudIP

Modul M1226: Mechanische Eigenschaften			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Mechanisches Verhalten spröder Materialien (L1661)	Vorlesung	2	3
Theorie der Versetzungsplastizität (L1662)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Dr. 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 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Werkstoffe: 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	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Gerold Schneider
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: Theorie der Versetzungsplastizität	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Dr. Shan Shi
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Dieser Kurs deckt die Grundsätze der Versetzungstheorie aus einer metallkundlichen Perspektive ab und bietet ein grundlegendes Verständnis der Beziehungen zwischen mechanischen Eigenschaften und Defektverteilungen.</p> <p>Wir werden das Konzept von Versetzungen betrachten und einen Überblick über wichtige Konzepte (z.B. lineare Elastizität, Spannungs-Dehnungs-Beziehungen, und Stressverformung) für Theorieentwicklung erhalten. Wir werden die Theorie der Versetzungsplastizität durch abgeleitete Spannungs- und Dehnungs-Felder, dazugehörige Energien, und der induzierten Kräfte auf Versetzungen aufgrund interner und externer Spannungen entwickeln. Versetzungsstrukturen werden diskutiert, inkl. Kernstrukturmodelle, Stapelfehlern und Versetzungs-Arrays (inkl. einer Beschreibung der Grenzfläche). Mechanismen von Versetzungsmultiplikation und -Verfestigung werden abgedeckt, genau so wie generelle Prinzipien von Kriechverhalten und Dehngeschwindigkeitsempfindlichkeit. Weitere Themen beinhalten nicht-FCC Versetzungen mit einem Fokus auf dem Unterschied in Struktur und korrespondierenden Implikationen auf Versetzungsmobilität und makroskopischem mechanischen Verhalten; und Versetzungen in finiten Volumen.</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>

Modul M1197: Mehrphasige Materialien			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Polymermatrix Verbundwerkstoffe (L1891)		Vorlesung	3 3
Ringvorlesung: Multiskalenmaterialien (L1659)		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	Verpflichtend Bonus	Art der Studienleistung	Beschreibung
	Ja 0 %	Schriftliche Ausarbeitung	
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	2 h Klausur in Polymermatrix Verbundwerkstoffe		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht		

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

Lehrveranstaltung L1659: Ringvorlesung: Multiskalenmaterialien	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 48, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Gerold Schneider, Prof. Norbert Huber, Prof. Stefan Fritz Müller, Prof. Patrick Huber, Prof. Manfred Eich, Prof. Bodo Fiedler, Dr. Erica Lilleodden, Prof. Jörg Weißmüller, Prof. Robert Meißner, Prof. Kaline Pagnan Furlan
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<p>Die in dieser Vorlesung behandelten Materialien unterscheiden sich von den „klassischen“ Werkstoffen durch ihre individuelle hierarchische Mikrostruktur. Beim klassischen Gefügedesign wird z.B. durch Wärmebehandlung und gleichzeitige mechanische Verformung die Morphologie des Gefüges eingestellt. Das Material wird schrittweise durch kleine Veränderungen der Struktur oder der chemischen Zusammensetzung auch unter Ausnutzung von Selbstorganisationsprozessen (Ausscheidungslegierungen, Glaskeramiken, eutektische Gefüge) kontinuierlich und stetig optimiert.</p> <p>Die vorgestellten Materialien bestehen aus funktionalisierten elementaren Funktionseinheiten basierend auf Polymer, Keramik, Metall und Carbon Nanotubes (CNT), aus denen makroskopische hierarchische Materialsysteme erzeugt werden, deren charakteristische Längen von der Nanometer- bis zur Zentimeterskala reichen. Diese elementaren Funktionseinheiten sind durch Kern-Schale-Strukturen oder durch in Metallen mittels Legierungskorrosion erzeugte, mit Polymeren gefüllte Hohlräume gegeben.</p> <p>Dabei werden drei Klassen von Materialsystemen vorgestellt:</p> <p>Zum einen handelt es sich um hierarchisch strukturierte Keramik/Metall-Polymer-Materialsysteme ähnlich den natürlichen Vorbildern Perlmutter (1 hierarchische Ebene), Zahnschmelz (3 hierarchische Ebenen) oder Knochen (5 hierarchische Ebenen). Ausgehend von einer elementaren Funktionseinheit bestehend aus einem von einer Polymerhülle umgebenen keramischen Nanoteilchen, resultiert ein Material, in dem auf allen hierarchischen Ebenen alternierend „harte“ Teilchen, bestehend aus der jeweils niedrigeren hierarchischen Ebene, von weichen Polymeren umgeben sind. Die dadurch auf jeder hierarchischen Ebene erzeugte Kern-Schale-Struktur ist der grundsätzliche Unterschied zu einem Verbundwerkstoff mit einem starren interpenetrierenden keramischen oder metallischen Netzwerk.</p> <p>Das zweite vorgestellte Materialsystem basiert auf nanoporösem Gold, das als Prototypmaterial für neuartige Bauteile im strukturellen Leichtbau mit gleichzeitig aktorischen Eigenschaften vorgestellt wird. Behandelt werden die Materialherstellung und die daraus resultierenden skalenspezifischen mechanischen Eigenschaften. Darüber hinaus wird in die damit verbundenen skalenübergreifende theoretischen Modelle zum mechanischen Verhalten eingeführt. Dies beinhaltet den gesamten Skalenbereich von der elektronischen Struktur auf atomarer Skala bis hin zu zentimetergroßen, makroskopischen Probekörpern.</p> <p>Neuartige hierarchische nanostrukturierte Materialsysteme auf der Basis von thermisch stabilen Keramiken und Metallen für die Photonik bei hohen Temperaturen mit Anwendungsperspektiven für thermophotovoltaische Systeme (TPV) und Thermal Barrier Coatings (TBC) sind der dritte Werkstoffbereich der Vorlesung. Insbesondere sind hier direkte und invertierte 3D-photonische Kristallstrukturen (PhK) und neuartige optisch hyperbolische Medien zu nennen. Die PhK weisen aufgrund ihrer Periodizität und des Brechungsindexkontrastes eine photonische Bandstruktur auf, die mit photonischen Bandlücken, mit Bereichen besonders hoher photonischer Zustandsdichten und mit speziellen Dispersionsrelationen einhergeht. Die dargestellten Eigenschaften sollen hier genutzt werden, um in TBCs thermische Strahlung stark und gerichtet zu reflektieren bzw. um in TPV-Systemen Strahlung effektiv und effizient zu koppeln.</p>
Literatur	Aktuelle Publikationen

Modul M1757: Praxismodul 2 im dualen Master			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Praxisphase 2 im dualen Master (L2888)		0	10
Modulverantwortlicher	Dr. Henning Haschke		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> Erfolgreicher Abschluss des Praxismoduls 1 im dualen Master LV D "Projektmanagement im Ingenieurbereich verantwortungsvoll gestalten" aus dem Modul "Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Master" 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ... verbinden ihre Kenntnisse von Fakten, Grundsätzen, Theorien und Methoden der bisherigen Studieninhalte mit dem erworbenen Praxiswissen, insbesondere ihrem Wissen um berufspraktische Verfahrens- und Vorgehensmöglichkeiten, im aktuellen Tätigkeitsfeld im Ingenieurbereich. ... verfügen über ein kritisches Verständnis über die praktischen Anwendungsmöglichkeiten ihres ingenieurwissenschaftlichen Faches. <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ... wenden fachtheoretisches Wissen auf komplexe, bereichsübergreifende Problemstellungen des Betriebes an und beurteilen die dazugehörigen Arbeitsprozesse und -ergebnisse unter Einbeziehung von Handlungsoptionen. ... setzen die mit ihren aktuellen Aufgaben korrespondierenden hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen um. ... erarbeiten (neue) Lösungen sowie Verfahrens- und Vorgehensweisen in ihrem Tätigkeitsfeld und Zuständigkeitsbereich - auch bei sich häufig ändernden Anforderungen (systemische Fertigkeiten). 		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ... arbeiten verantwortlich in bereichs- und übergreifenden Projektteams und gehen vorausschauend mit Problemen in der Arbeitsgruppe um. ... vertreten komplexe ingenieurwissenschaftliche Standpunkte, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsansätze im Gespräch mit internen und externen betrieblichen Stakeholdern argumentativ und entwickeln diese gemeinsam weiter. <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> ... definieren Ziele für die eigenen Lern- und Arbeitsprozesse als Ingenieurin bzw. Ingenieur. ... reflektieren Lern- und Arbeitsprozesse in ihrem Zuständigkeitsbereich. ... reflektieren die Bedeutung von Fachmodulen, Vertiefungsrichtungen und Spezialisierung für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur sowie die Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen und der damit einhergehenden Herausforderungen eines positiven Theorie-Praxis-Transfers. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 300, Präsenzstudium 0		
Leistungspunkte	10		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung		
Prüfungsdauer und -umfang	Studienbegleitende und semesterübergreifende Dokumentation: Die Leistungspunkte für das Modul werden durch die Anfertigung eines digitalen Lern- und Entwicklungsberichtes (E-Portfolio) erworben. Dabei handelt es sich um eine Dokumentation und Reflexion der individuellen Lernerfahrungen und Kompetenzentwicklungen im Bereich der Theorie-Praxis-Verzahnung und der Berufspraxis. Zusätzlich erbringt das Kooperationsunternehmen gegenüber der Koordinierungsstelle dual@TUHH den Nachweis, dass die bzw. der dual Studierende die Praxisphase absolviert hat.		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Pflicht Environmental Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Information and Communication Systems: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht Mediziningenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht		

Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Pflicht
Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht
Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht
Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Pflicht
Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht
Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht
Wasser- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht

Lehrveranstaltung L2888: Praxisphase 2 im dualen Master	
Typ	
SWS	0
LP	10
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 300, Präsenzstudium 0
Dozenten	Dr. Henning Haschke
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<p>Onboarding Betrieb</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zuweisung berufliches Tätigkeitsfeld als Ingenieurin bzw. Ingenieur (B.Sc.) und dazugehöriger Arbeitsbereiche • Festlegung der Zuständigkeiten und Befugnisse des dual Studierenden im Betrieb als Ingenieurin bzw. Ingenieur (B.Sc.) • Eigenverantwortliches Arbeiten im Team und ausgewählten Projekten - im bereichs- und ggf. unternehmensübergreifend • Ablaufplanung des aktuellen Praxismoduls mit klarer Zuordnung zu den Arbeitsstrukturen • Ablaufplanung der Prüfungsphase/nächstes Studiensemester <p>Betriebliches Wissen und betriebliche Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unternehmensspezifika: Verantwortung als Ingenieurin bzw. Ingenieur (B.Sc.) im eigenen Arbeitsbereich, Koordination von Team- und Projektarbeit, Umgang mit komplexen Zusammenhängen und ungelösten Problemstellungen, Entwicklung und Realisierung von Innovationen • Fachliche Spezialisierung (korrespondierend mit dem gewählten Studiengang (M.Sc.) im Tätigkeitsfeld • Systemische Fertigkeiten • Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen (Theorie-Praxis-Transfer) in damit korrespondierenden Arbeits- und Aufgabenbereichen des Betriebes <p>Lerntransfer/-reflexion</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fortschreiben E-Portfolio • Bedeutung der Studieninhalte (M.Sc.) für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur • Bedeutung von Entwicklung und Innovation für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Studierendenhandbuch • Betriebliche Dokumente • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer

Modul M1199: Moderne Funktionsmaterialien			
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	Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Werkstoffe: 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 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. Robert Meißner, Prof. Kaline Pagnan Furlan		
Sprachen	DE		
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 M1221: Studienarbeit Moderne Probleme der Materialwissenschaften			
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	Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht		

Modul M1758: Praxismodul 3 im dualen Master			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Praxisphase 3 im dualen Master (L2889)		0	10
Modulverantwortlicher	Dr. Henning Haschke		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	<ul style="list-style-type: none"> • Erfolgreicher Abschluss des Praxismoduls 2 im dualen Master • LV E aus dem Modul "Theorie-Praxis-Verzahnung im dualen Master" 		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz	<p><i>Wissen</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... verbinden ihr umfassendes und spezialisiertes ingenieurwissenschaftliches Wissen der bisherigen Studieninhalte mit dem erworbenen strategieorientierten Praxiswissen im aktuellen Arbeits- und Verantwortungsbereich. • ... verfügen über ein kritisches Verständnis über die praktischen Anwendungsmöglichkeiten ihres ingenieurwissenschaftlichen Faches sowie der angrenzenden Bereiche bei der Realisierung von Innovationen. <p><i>Fertigkeiten</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... wenden spezialisierte und konzeptionelle Fertigkeiten zur Lösung komplexer, mitunter bereichsübergreifender Problemstellungen des Betriebes an und beurteilen die dazugehörigen Arbeitsprozesse und -ergebnisse unter Einbeziehung von Handlungsoptionen. • ... setzen die mit ihren aktuellen Aufgaben korrespondierenden hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen um. • ... erarbeiten neue Lösungen sowie Verfahrens- und Vorgehensweisen für die Umsetzung betrieblicher Projekte und Aufträge - auch bei sich häufig ändernden Anforderungen und unvorhersehbaren Veränderungen (systemische Fertigkeiten). • ... sind in der Lage, mit wissenschaftlichen Methoden neue Ideen und Verfahren für betriebliche Problem- und Fragestellungen zu entwickeln und diese hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit zu beurteilen. 		
Personale Kompetenzen	<p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... arbeiten verantwortlich in bereichs- und unternehmensübergreifenden Projektteams und gehen vorausschauend mit Problemen in der Arbeitsgruppe um. • ... sind in der Lage, die fachliche Entwicklung anderer gezielt zu fördern. • ... vertreten komplexe und interdisziplinäre ingenieurwissenschaftliche Standpunkte, Sachverhalte, Problemstellungen und Lösungsansätze im Gespräch mit internen und externen betrieblichen Stakeholdern argumentativ und entwickeln diese gemeinsam weiter. <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ... reflektieren Lern- und Arbeitsprozesse in ihrem Zuständigkeitsbereich. • ... definieren Ziele für neue anwendungsorientierte Aufgaben, Projekte und Innovationsvorhaben unter Reflexion möglicher Auswirkungen auf Betrieb und Öffentlichkeit. • ... reflektieren die Bedeutung von Vertiefungsrichtungen, Spezialisierung und Forschung für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur sowie die Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen und der damit einhergehenden Herausforderungen eines positiven Theorie-Praxis-Transfers. 		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 300, Präsenzstudium 0		
Leistungspunkte	10		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Schriftliche Ausarbeitung		
Prüfungsdauer und -umfang	Studienbegleitende und semesterübergreifende Dokumentation: Die Leistungspunkte für das Modul werden durch die Anfertigung eines digitalen Lern- und Entwicklungsberichtes (E-Portfolio) erworben. Dabei handelt es sich um eine Dokumentation und Reflexion der individuellen Lernerfahrungen und Kompetenzentwicklungen im Bereich der Theorie-Praxis-Verzahnung und der Berufspraxis. Zusätzlich erbringt das Kooperationsunternehmen gegenüber der Koordinierungsstelle dual@TUHH den Nachweis, dass die bzw. der dual Studierende die Praxisphase absolviert hat.		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Bauingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Bioverfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Chemical and Bioprocess Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Computer Science: Kernqualifikation: Pflicht Elektrotechnik: Kernqualifikation: Pflicht Energietechnik: Kernqualifikation: Pflicht Environmental Engineering: Kernqualifikation: Pflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Information and Communication Systems: Kernqualifikation: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht		

	Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Kernqualifikation: Pflicht Materialwissenschaft: Kernqualifikation: Pflicht Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht Mechatronics: Kernqualifikation: Pflicht Medizingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht Microelectronics and Microsystems: Kernqualifikation: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Pflicht Regenerative Energien: Kernqualifikation: Pflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Pflicht Theoretischer Maschinenbau: Kernqualifikation: Pflicht Verfahrenstechnik: Kernqualifikation: Pflicht Wasser- und Umweltingenieurwesen: Kernqualifikation: Pflicht
--	--

Lehrveranstaltung L2889: Praxisphase 3 im dualen Master	
Typ	
SWS	0
LP	10
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 300, Präsenzstudium 0
Dozenten	Dr. Henning Haschke
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	<p>Onboarding Betrieb</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zuweisung zukünftiges berufliches Tätigkeitsfeld als Ingenieurin bzw. Ingenieur (M.Sc.) und dazugehöriger Arbeitsbereiche • Erweiterung der Zuständigkeiten und Befugnisse des dual Studierenden im Betrieb bis hin zur vorgesehenen Erstverwendung nach dem Studium • Verantwortliches Arbeiten im Team; Projektverantwortung im eigenen Zuständigkeitsbereich ggf. auch bereichs- und unternehmensübergreifend • Ablaufplanung des letzten Praxismoduls mit klarer Zuordnung zu den Arbeitsstrukturen • Betriebsinterne Abstimmung über eine potenzielle Problemstellung oder ein Innovationsvorhaben für die Masterarbeit • Ablaufplanung der Masterarbeit im Betrieb in der Zusammenarbeit mit der TU Hamburg • Ablaufplanung der Prüfungsphase/nächstes Studiensemester <p>Betriebliches Wissen und betriebliche Fertigkeiten</p> <ul style="list-style-type: none"> • Unternehmensspezifika: Umgang mit Veränderungen, Projekt- und Teamentwicklung, Verantwortung als Ingenieurin bzw. Ingenieur im zukünftigen Arbeitsbereich (M.Sc.), Umgang mit komplexen Zusammenhängen, häufigen und unvorhersehbaren Veränderungen, Entwicklung und Realisierung von Innovationen • Fachliche Spezialisierung in einem Arbeitsbereich (Abschlussarbeit) • Systemische Fertigkeiten • Umsetzung der hochschulseitigen Anwendungsempfehlungen (Theorie-Praxis-Transfer) in damit korrespondierenden Arbeits- und Aufgabenbereichen des Betriebes <p>Lerntransfer/-reflexion</p> <ul style="list-style-type: none"> • E-Portfolio • Bedeutung von Studieninhalten und der eigenen Spezialisierung für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur • Bedeutung von Forschung und Innovation für die Arbeit als Ingenieurin bzw. Ingenieur • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> • Studierendenhandbuch • betriebliche Dokumente • Hochschulseitige Anwendungsempfehlungen zum Theorie-Praxis-Transfer

Fachmodule der Vertiefung Konstruktionswerkstoffe

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	Dr. Hans Wittich		
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 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 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	180 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Pflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht Mediziningenieurwesen: 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	Dr. Hans Wittich
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	Prof. Bodo Fiedler, Dr. Hans Wittich
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 M1570: Ermüdung metallischer Strukturwerkstoffe und Verfahren für die Lebensdauerverlängerung			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Ermüdung metallischer Strukturwerkstoffe (L2355)		Vorlesung	2 3
Verfahren für die Lebensdauerverlängerung (L2356)		Vorlesung	2 3
Modulverantwortlicher	PD Dr. Nikolai Kashaev		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
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 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	120 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L2355: Ermüdung metallischer Strukturwerkstoffe	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	PD 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. Einführung (Definition, Historisches). Versagensverhalten von metallischen Konstruktionswerkstoffen 2. Grundzüge der Bruchmechanik und deren Konsequenzen für die Ermüdung 3. Ermüdungsrissausbreitung. Charakteristische Eigenschaften, Effekte und Analysemethoden 4. Ermüdungsrissausbreitung. Vorhersagekonzepte 5. Ermüdungseigenschaften der Werkstoffe und Effekte, die das Ermüdungsverhalten beeinflussen 6. Spannungsrisskorrosion und Korrosionsermüdung 7. Kurze Risse. Bruchmechanische Wöhlerkurve. Ermüdung bei sehr hohen Lastspielzahlen (VHCF) 8. Innovative Fertigungstechnologien und deren Einfluss auf Ermüdungsverhalten (Schweißverfahren) 9. Innovative Fertigungstechnologien und deren Einfluss auf Ermüdungsverhalten (Generative Fertigungsverfahren) 10. Konzepte für die Strukturintegritätsbewertung (Fail-Safe, Safe-Life, Damage-Tolerance, Defect-Tolerance).
Literatur	<ol style="list-style-type: none"> 1. Schijve J. Fatigue of Structures and Materials. 2nd ed. Delft: Springer; 2009. 2. Eswara Prasad N, Wanhill RJH, eds. Aerospace Materials and Material Technologies. Volume 2: Aerospace Material Technologies. Singapore: Springer; 2017. 3. Xiong JJ, Shenoi RA Fatigue and Fracture Reliability Engineering. Springer, 2011. 4. Tavares SMO, de Castro PMST. An overview of fatigue in aircraft structures. Fatigue Fract Eng Mater Struct. 2017;40(10):1510-1529. 5. 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. 6. 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. 7. Eswara Prasad N, Wanhill RJH. Aerospace Materials and Material Technologies. Volume 2: Aerospace Material Technologies. Springer

Lehrveranstaltung L2356: Verfahren für die Lebensdauererlängerung	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	PD Dr. Nikolai Kashaev
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einführung (Definition, Historisches). Versagensverhalten von metallischen Konstruktionswerkstoffen 2. Experimentelle Methodik 3. Grundzüge der Bruchmechanik und deren Konsequenzen für die Ermüdung 4. Ermüdungsrissausbreitung 5. Risschließeffekte 6. Vorhersagekonzepte für die Ermüdungsrissausbreitung 7. Ermüdung bei sehr hohen Lastspielzahlen (VHCF), kurze Risse 8. Bruchmechanische Wöhlerkurve 9. Innovative Fertigungstechnologien und deren Einfluss auf Ermüdungsverhalten (Schweißverfahren) 10. Innovative Fertigungstechnologien und deren Einfluss auf Ermüdungsverhalten (Generative Fertigungsverfahren) 11. Konzepte für die Strukturintegritätsbewertung (Fail-Safe, Safe-Life, Damage-Tolerance, Defect-Tolerance).
Literatur	

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	Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Werkstoffe: 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: Handlaminieren; Pre-Preg; GMT; BMC; SMC; RIM; Pultrusion; Wickelverfahren		
Literatur	Äström: 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 angeben 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	Customer Request ("Handout")

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>	<p>Studierende können</p> <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>	<p>Studierende sind in der Lage standardisierte Berechnungsmethoden in einem angegebenen Kontext einzusetzen, um</p> <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>	<p>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. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	<p>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. - 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	<p>Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Flugzeug-Systemtechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Kernqualifikation: Pflicht 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</p>		

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	
Literatur	

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	
Literatur	

Modul M0595: Materialprüfung, Bauzustands- und Schadensanalyse			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Materialprüfung, Bauzustands- und Schadensanalyse (L0260)		Vorlesung	3 4
Materialprüfung, Bauzustands- und Schadensanalyse (L0261)		Gruppenübung	1 2
Modulverantwortlicher	Prof. Frank Schmidt-Döhl		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse in Baustoffkunde oder Werkstoffkunde, z.B. über das Modul Baustoffe und Bauchemie		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Die Studierenden sind in der Lage die Regeln für das Handeln mit sowie die Anwendung und Kennzeichnung von Bauprodukten in Deutschland zu beschreiben. Sie wissen welche Methoden zur Ermittlung von Baustoffeigenschaften zur Verfügung stehen und welche Grenzen und Charakteristika die wichtigsten Methoden haben.		
<i>Fertigkeiten</i>	Die Studierenden können selbstständig die Regeln für das Handeln mit und die Verwendbarkeit von Bauprodukten in Deutschland ermitteln. Sie können geeignete Prüfmethode für die Überwachung von Bauprodukten, die Untersuchung von Schadensprozessen sowie für die Bauzustandsanalyse auswählen. Sie können von Symptomen auf die Ursache von Bauschäden schließen. Sie sind in der Lage die Ergebnisse einer Materialprüfung in einem Untersuchungsbericht oder Gutachten zusammenzufassen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die Studierenden können die unterschiedlichen Rollen von Herstellern sowie von Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungstellen beschreiben, die im Rahmen der Materialprüfung zum Tragen kommen. Das gleiche gilt für die unterschiedlichen Rollen der verschiedenen Beteiligten in gerichtlichen Auseinandersetzungen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die Studierenden sind in der Lage sich das Fachwissen eines sehr umfangreichen Fachgebietes anzueignen und die dafür notwendige terminliche Planung und notwendigen Arbeitsschritte durchzuführen.		
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 Tiefbau: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Hafenbau und Küstenschutz: Wahlpflicht Bauingenieurwesen: Vertiefung Wasser und Verkehr: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0260: Materialprüfung, Bauzustands- und Schadensanalyse	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Frank Schmidt-Döhl
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Materialprüfung und Kennzeichnung von Bauprodukten, Untersuchungsmethoden für Baustoffe und Bauteile, Untersuchungsberichte und Gutachten, Bauzustandsbeschreibung, vom Symptom zur Schadensursache
Literatur	Frank Schmidt-Döhl: Materialprüfung im Bauwesen. Fraunhofer irb-Verlag, Stuttgart, 2013.

Lehrveranstaltung L0261: Materialprüfung, Bauzustands- und Schadensanalyse	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Frank Schmidt-Döhl
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1291: 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	6		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1757: Seminar Metallische Nanomaterialien	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	
Dozenten	Prof. Jörg Weißmüller
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L1758: Seminar Verbundwerkstoffe	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L1801: Seminar keramische Hochleistungsmaterialien	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	
Dozenten	Prof. Gerold Schneider
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	
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 Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: 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>

Modul M1665: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden (L1893)		Vorlesung	2 3
Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden (L2616)		Projekt-/problembasierte Lehrveranstaltung	2 2
Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden (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	Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: 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: Konstruieren mit Faser-Kunststoff-Verbunden	
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	
Literatur	

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	
Literatur	

Fachmodule der Vertiefung Modellierung

Modul M1151: Werkstoffmodellierung

Lehrveranstaltungen

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

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

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

Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlagen der Mechanik wie z.B. in den Modulen Technische Mechanik II 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>	
Fertigkeiten	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.
<i>Fertigkeiten</i>	
Personale Kompetenzen	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>Sozialkompetenz</i>	
Selbstständigkeit	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.
<i>Selbstständigkeit</i>	

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

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

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

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

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

Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Werkstoffe: 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 Materialwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: 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	

Lehrveranstaltung L1536: Werkstoffmodellierung	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Christian Cyron
Sprachen	DE
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

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	Energietechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Produktentwicklung und Produktion: Wahlpflicht Mechatronik: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: 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 M0605: Numerische Strukturdynamik			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Numerische Strukturdynamik (L0282)		Vorlesung	3 4
Numerische Strukturdynamik (L0283)		Gruppenübung	1 2
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Düster		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Vorkenntnisse bzgl. partieller Differentialgleichungen sind empfehlenswert.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende können + einen Überblick über die Verfahren zur numerischen Lösung von strukturdynamischen Problemen geben. + den Einsatz von Finite-Elemente-Programmen zur Lösung von Problemen der Strukturdynamik erläutern. + mögliche Probleme strukturdynamischer Berechnungen aufzählen, im konkreten Fall erkennen und die entsprechenden mathematischen und mechanischen Hintergründe erläutern.		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage + strukturdynamische Probleme zu modellieren. + für Probleme der Strukturdynamik geeignete Lösungsverfahren auszuwählen. + Berechnungsverfahren zur Lösung von Problemen der Strukturdynamik anzuwenden. + Ergebnisse von numerischen Berechnungen zur Strukturdynamik zu verifizieren und kritisch zu beurteilen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können + in heterogen zusammengesetzten Gruppen gemeinsam Lösungen erarbeiten. + ihre Arbeitsergebnisse vor Kommilitonen vorstellen und diskutieren. + fachlich konstruktives Feedback an Kommilitonen geben und mit Rückmeldungen zur Ihren eigenen Arbeiten umgehen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig + ihren Kenntnisstand mit Hilfe von Übungsaufgaben und E-Learning einzuschätzen. + sich zur Lösung von forschungsorientierten Aufgaben notwendiges Wissen eigenständig zu erschließen. + das erworbene Wissen auf ähnliche Problemstellungen zu transformieren.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	2h		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Mechatronik: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0282: Numerische Strukturdynamik	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	1. Motivation 2. Grundlagen der Dynamik 3. Zeitintegrationsverfahren 4. Modalanalyse 5. Fourier-Transformation 6. Ausgewählte Beispiele
Literatur	[1] K.-J. Bathe, Finite-Elemente-Methoden, Springer, 2002. [2] J.L. Humar, Dynamics of Structures, Taylor & Francis, 2012.

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

Modul M0606: Numerische Algorithmen in der Strukturmechanik			
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	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Vorkenntnisse bzgl. partieller Differentialgleichungen sind empfehlenswert.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende können + einen Überblick über die gängigen numerischen Algorithmen geben, die in strukturmechanischen Finite-Elemente Programmen zum Einsatz kommen. + den Aufbau und Ablauf eines Finite-Elemente-Programms erläutern. + mögliche Probleme von numerischen Algorithmen aufzählen, im konkreten Fall erkennen und die mathematischen und informatischen Hintergründe erläutern.		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage + numerische Verfahren in Algorithmen zu überführen. + für numerische Probleme der Strukturmechanik geeignete Algorithmen auszuwählen. + numerische Algorithmen zur Lösung von Problemen der Strukturmechanik anzuwenden. + numerische Algorithmen in einer höheren Programmiersprache (hier C++) zu implementieren. + Ergebnisse von numerischen Algorithmen kritisch zu beurteilen und zu verifizieren.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können + in heterogen zusammengesetzten Gruppen gemeinsam Lösungen erarbeiten. + ihre Arbeitsergebnisse vor Kommilitonen vorstellen und diskutieren. + fachlich konstruktives Feedback an Kommilitonen geben und mit Rückmeldungen zur Ihren eigenen Arbeiten umgehen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig + ihren Kenntnisstand mit Hilfe von Übungsaufgaben und E-Learning einzuschätzen. + sich zur Lösung von forschungsorientierten Aufgaben notwendiges Wissen eigenständig zu erschließen. + das erworbene Wissen auf ähnliche Problemstellungen zu transformieren.		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 124, Präsenzstudium 56		
Leistungspunkte	6		
Studienleistung	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	2h		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Technomathematik: Vertiefung III. Ingenieurwissenschaften: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0284: Numerische Algorithmen in der Strukturmechanik	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	1. Motivation 2. Grundlagen der Programmiersprache C++ 3. Numerische Integration 4. Lösung von nichtlinearen Problemen 5. Lösung von linearen Gleichungssystemen 6. Verifikation von numerischen Algorithmen. 7. Ausgewählte Algorithmen und Datenstrukturen eines Finite-Elemente-Programms
Literatur	[1] D. Yang, C++ and object-oriented numeric computing, Springer, 2001. [2] K.-J. Bathe, Finite-Elemente-Methoden, Springer, 2002.

Lehrveranstaltung L0285: Numerische Algorithmen in der Strukturmechanik	
Typ	Gruppenübung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	DE
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	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			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: 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	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	Gregor Vonbun-Feldbauer
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M0603: Nichtlineare Strukturanalyse			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS LP
Nichtlineare Strukturanalyse (L0277)		Vorlesung	3 4
Nichtlineare Strukturanalyse (L0279)		Gruppenübung	1 2
Modulverantwortlicher	Prof. Alexander Düster		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Vorkenntnisse bzgl. partieller Differentialgleichungen sind empfehlenswert.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende können + einen Überblick über die verschiedenen nichtlinearen strukturmechanischen Phänomene geben. + den mechanischen Hintergrund von nichtlinearen Phänomenen in der Strukturmechanik erläutern. + mögliche Probleme bei der nichtlinearen Strukturanalyse aufzählen, im konkreten Fall erkennen und die entsprechenden mathematischen und mechanischen Hintergründe erläutern.		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende sind in der Lage + nichtlineare strukturmechanische Probleme zu modellieren. + für gegebene nichtlineare strukturmechanische Probleme das geeignete Berechnungsverfahren auszuwählen. + Finite-Elemente-Verfahren auf nichtlineare strukturmechanische Probleme anzuwenden. + Ergebnisse von nichtlinearen finiten Elemente Berechnungen zu verifizieren und kritisch zu beurteilen. + die Vorgehensweise zur Lösung von nichtlinearen Problemen auf neue Problemstellungen zu übertragen.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können + in heterogen zusammengesetzten Gruppen gemeinsam Lösungen erarbeiten. + ihre Arbeitsergebnisse vor Kommilitonen vorstellen und diskutieren. + fachlich konstruktives Feedback an Kommilitonen geben und mit Rückmeldungen zur Ihren eigenen Arbeiten umgehen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende sind fähig + ihren Kenntnisstand mit Hilfe von Übungsaufgaben und E-Learning einzuschätzen. + sich zur Lösung von forschungsorientierten Aufgaben notwendiges Wissen eigenständig zu erschließen. + das erworbene Wissen auf ähnliche Problemstellungen zu transformieren.		
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 Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Bauingenieurwesen: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechatronics: Vertiefung Systementwurf: Wahlpflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Kernqualifikation: Wahlpflicht Schiffbau und Meerestechnik: Kernqualifikation: Wahlpflicht Ship and Offshore Technology: Kernqualifikation: Wahlpflicht Theoretischer Maschinenbau: Vertiefung Simulationstechnik: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0277: Nichtlineare Strukturanalyse	
Typ	Vorlesung
SWS	3
LP	4
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 78, Präsenzstudium 42
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	<ol style="list-style-type: none"> 1. Einleitung 2. Nichtlineare Phänomene 3. Mathematische Grundlagen 4. Kontinuumsmechanische Grundlagen 5. Räumliche Diskretisierung mit Finiten Elementen 6. Lösung nichtlinearer Gleichungssysteme 7. Lösung elastoplastischer Probleme 8. Stabilitätsprobleme 9. Kontaktprobleme
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: Nichtlineare Strukturanalyse	
Typ	Gruppenübung
SWS	1
LP	2
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 46, Präsenzstudium 14
Dozenten	Prof. Alexander Düster
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1291: 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	6		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1757: Seminar Metallische Nanomaterialien	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	
Dozenten	Prof. Jörg Weißmüller
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L1758: Seminar Verbundwerkstoffe	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L1801: Seminar keramische Hochleistungsmaterialien	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	
Dozenten	Prof. Gerold Schneider
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	
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	Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht Mechatronics: Technischer Ergänzungskurs: 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
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

Fachmodule der Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien

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	Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: 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 M1334: BIO II: Biomaterials			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Biomaterials (L0593)	Vorlesung	2	3
Modulverantwortlicher	Prof. Michael Morlock		
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	Keine		
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Künstliche Organe und Regenerative Medizin: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Implantate und Endoprothesen: Pflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Medizin- und Regelungstechnik: Wahlpflicht Medizingenieurwesen: Vertiefung Management und Administration: Wahlpflicht 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. Michael Morlock
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 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	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: 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 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	Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L0760: Semiconductor Seminar	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Hoc Khiem Trieu, Prof. Manfred Eich, Dr. Alexander Petrov, Prof. Hoc Khiem Trieu, Prof. Alexander Kölpin, Dr. rer. nat. Thomas Kusserow
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 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	<p><i>Wissen</i> 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.</p> <p><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.</p> <p>Personale Kompetenzen</p> <p><i>Sozialkompetenz</i> Die Studierenden können Lösungen gegenüber Spezialisten präsentieren und Ideen weiterentwickeln.</p> <p><i>Selbstständigkeit</i> Die Studierenden können ...</p> <ul style="list-style-type: none"> • ihre eigenen Stärken und Schwächen ermitteln. • benötigtes Wissen aneignen. 		
Arbeitsaufwand in Stunden			
Leistungspunkte			
Studienleistung			
Prüfung	Klausur		
Prüfungsdauer und -umfang	90 min		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Mechanical Engineering and Management: Vertiefung Werkstoffe: Wahlpflicht		
Lehrveranstaltung L1663: Nature's Hierarchical Materials			
Typ	Seminar		
SWS	2		
LP	3		
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28		
Dozenten	Prof. Gerold Schneider		
Sprachen	EN		
Zeitraum	WiSe		
Inhalt	Biological materials are omnipresent in the world around us. They are the main constituents in plant and animal bodies and have a diversity of functions. A fundamental function is obviously mechanical providing protection and support for the body. But biological materials may also serve as ion reservoirs (bone is a typical example), as chemical barriers (like cell membranes), have catalytic function (such as enzymes), transfer chemical into kinetic energy (such as the muscle), etc. This lecture will focus on materials with a primarily (passive) mechanical function: cellulose tissues (such as wood), collagen tissues (such as tendon or cornea), mineralized tissues (such as bone, dentin and glass sponges). The main goal is to give an introduction to the current knowledge of the structure in these materials and how these structures relate to their (mostly mechanical) functions.		
Literatur	Peter Fratzl, 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 M1238: Quantenmechanik von Festkörpern			
Lehrveranstaltungen			
Titel	Typ	SWS	LP
Quantenmechanik von Festkörpern (L1675)	Vorlesung	2	4
Quantenmechanik von Festkörpern (L1676)	Gruppenübung	1	2
Modulverantwortlicher	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			
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: 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	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	Gregor Vonbun-Feldbauer
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Siehe korrespondierende Vorlesung
Literatur	Siehe korrespondierende Vorlesung

Modul M1335: BIO II: Gelenkersatz			
Lehrveranstaltungen			
Titel		Typ	SWS
Gelenkersatz (L1306)		Vorlesung	2
Modulverantwortlicher	Prof. Michael Morlock		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse	Grundlegende Kenntnisse über orthopädische und chirurgische Verfahren.		
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Studierende können die Krankheiten, die einen Gelenkersatz notwendig machen können, aufzählen.		
<i>Fertigkeiten</i>	Studierende können die Vor- und Nachteile unterschiedlicher Endoprothesentypen darstellen und erklären.		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Studierende können mit ihren Kommilitoninnen und Kommilitonen sowie den Lehrenden eine Diskussion zu Fragestellungen bezüglich Endoprothesen führen.		
<i>Selbstständigkeit</i>	Studierende können sich benötigte Informationen selber erarbeiten und diese hinsichtlich der Belastbarkeit einschätzen.		
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 Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: 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: Gelenkersatz	
Typ	Vorlesung
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Dozenten	Prof. Michael Morlock
Sprachen	DE
Zeitraum	SoSe
Inhalt	Inhalt (deutsch) 1. EINLEITUNG (Bedeutung, Ziel, Grundlagen, allg. Geschichte des künstlichen Gelenkersatzes) 2. FUNKTIONSANALYSE (Der menschliche Gang, die menschliche Arbeit, die sportliche Aktivität) 3. DAS HÜFTGELENK (Anatomie, Biomechanik, Gelenkersatz Schaftseite und Pfannenseite, Evolution der Implantate) 4. DAS KNIEGELENK (Anatomie, Biomechanik, Bandersatz, Gelenkersatz femorale, tibiale und patelläre Komponenten) 5. DER FUß (Anatomie, Biomechanik, Gelenkersatz, orthopädische Verfahren) 6. DIE SCHULTER (Anatomie, Biomechanik, Gelenkersatz) 7. DER ELLBOGEN (Anatomie, Biomechanik, Gelenkersatz) 8. DIE HAND (Anatomie, Biomechanik, Gelenkersatz) 9. TRIBOLOGIE NATÜRLICHER UND KÜNSTLICHER GELENKE (Korrosion, Reibung, Verschleiß)
Literatur	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 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			
<i>Wissen</i>	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>Fertigkeiten</i>	Die Studenten 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			
<i>Sozialkompetenz</i>	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>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 A - Allgemeine Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Bioverfahrenstechnik: Vertiefung B - Industrielle Bioverfahrenstechnik: Wahlpflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Vertiefung II. Verfahrenstechnik und Biotechnologie: 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>

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	Elektrotechnik: Vertiefung Nanoelektronik und Mikrosystemtechnik: Wahlpflicht Elektrotechnik: Vertiefung HF-Technik, Optik und Elektromagnetische Verträglichkeit: 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	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

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 M1291: 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	6		
Zuordnung zu folgenden Curricula	Materialwissenschaft: Vertiefung Nano- und Hybridmaterialien: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Modellierung: Wahlpflicht Materialwissenschaft: Vertiefung Konstruktionswerkstoffe: Wahlpflicht		

Lehrveranstaltung L1757: Seminar Metallische Nanomaterialien	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	
Dozenten	Prof. Jörg Weißmüller
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	
Literatur	

Lehrveranstaltung L1758: Seminar Verbundwerkstoffe	
Typ	Seminar
SWS	2
LP	3
Arbeitsaufwand in Stunden	Eigenstudium 62, Präsenzstudium 28
Prüfungsart	Referat
Prüfungsdauer und -umfang	
Dozenten	Prof. Bodo Fiedler
Sprachen	DE/EN
Zeitraum	WiSe/SoSe
Inhalt	
Literatur	

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

Thesis

Modul M1801: Masterarbeit im dualen Studium

Lehrveranstaltungen

Titel	Typ	SWS	LP
Modulverantwortlicher	Professoren der TUHH		
Zulassungsvoraussetzungen	Keine		
Empfohlene Vorkenntnisse			
Modulziele/ angestrebte Lernergebnisse	Nach erfolgreicher Teilnahme haben die Studierenden die folgenden Lernergebnisse erreicht		
Fachkompetenz			
<i>Wissen</i>	Die dual Studierenden ... <ul style="list-style-type: none"> • ... setzen das Spezialwissen (Fakten, Theorien und Methoden) ihres Studienfaches und das erworbene berufliche Wissen sicher zur Bearbeitung fachlicher und berufspraktischer Fragestellungen ein. • ... können in einem oder mehreren Spezialbereichen ihres Faches die relevanten Ansätze und Terminologien in der Tiefe erklären, aktuelle Entwicklungen beschreiben und kritisch Stellung beziehen. • ... formulieren für eine berufliche Fragestellung eine eigene Forschungsaufgabe und verorten diese in ihrem Fachgebiet. Sie erheben den aktuellen Forschungsstand und schätzen diesen kritisch ein. 		
<i>Fertigkeiten</i>	Die dual Studierenden ... <ul style="list-style-type: none"> • ... sind in der Lage, für die jeweilige fachlich-berufspraktische Problemstellung geeignete Methoden auszuwählen, anzuwenden und nach Bedarf weiterzuentwickeln. • ... beurteilen im Studium (inklusive Praxisphasen) erworbenes Wissen und erlernte Methoden und wenden ihre Fachkompetenzen auf komplexe und/oder unvollständig definierte Problemstellungen lösungs- und anwendungsorientiert an. • ... erarbeiten sich in ihrem Fachgebiet neue wissenschaftliche Erkenntnisse und beurteilen diese kritisch. 		
Personale Kompetenzen			
<i>Sozialkompetenz</i>	Die dual Studierenden ... <ul style="list-style-type: none"> • ... können eine berufliche Problemstellung in Form einer wissenschaftlichen Fragestellung sowohl für ein Fachpublikum als auch für berufliche Anspruchsgruppen schriftlich und mündlich strukturiert, verständlich und sachlich richtig darstellen. • ... antworten in einer Fachdiskussion Fragen fachkundig und zugleich adressatengerecht. Eigene Standpunkte und Einschätzungen vertreten sie dabei überzeugend. 		
<i>Selbstständigkeit</i>	Die dual Studierenden ... <ul style="list-style-type: none"> • ... sind in der Lage, ein eigenes Projekt in Arbeitspakete zu strukturieren, auf wissenschaftlichem Niveau abzuarbeiten und hinsichtlich umsetzbarer Handlungsoptionen für die Berufspraxis zu reflektieren. • ... arbeiten sich in ein teilweise unbekanntes Arbeitsgebiet des Studienfachs vertieft ein und erschließen sich die dafür benötigten Informationen. • ... wenden die Techniken des wissenschaftlichen Arbeitens umfassend in einer eigenen Forschungsarbeit mit einer betrieblichen Problem- und Fragestellung an. 		
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 Computer Science: Abschlussarbeit: Pflicht Elektrotechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Energietechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Environmental Engineering: Abschlussarbeit: Pflicht Flugzeug-Systemtechnik: Abschlussarbeit: Pflicht Informatik-Ingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Information and Communication Systems: Abschlussarbeit: Pflicht Internationales Wirtschaftsingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Logistik, Infrastruktur und Mobilität: Abschlussarbeit: Pflicht Materialwissenschaft: Abschlussarbeit: Pflicht Mechanical Engineering and Management: Abschlussarbeit: Pflicht Mechatronics: Abschlussarbeit: Pflicht Medizingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht Microelectronics and Microsystems: Abschlussarbeit: Pflicht Produktentwicklung, Werkstoffe und Produktion: Abschlussarbeit: Pflicht Regenerative Energien: Abschlussarbeit: Pflicht		

Schiffbau und Meerestechnik: Abschlussarbeit: Pflicht
Theoretischer Maschinenbau: Abschlussarbeit: Pflicht
Verfahrenstechnik: Abschlussarbeit: Pflicht
Wasser- und Umweltingenieurwesen: Abschlussarbeit: Pflicht