Modulbezeichnung:	**Kernfachmodul Allgemeine Werkstoffeigenschaften (M1-MWT-WW1/M6-NT-WW1)** (General Material Properties for majors)	**30 ECTS**
Modulverantwortliche/r:	Mathias Göken	
Lehrende:	Aruna Prakash, Erik Bitzek, Benoit Merle, Mathias Göken, Steffen Neumeier, Peter Felfer, Dorothea Matschkal, Peter Weidinger, Heinz Werner Höppel, u.a.	

Startsemester: WS 2017/2018	Dauer: 2 Semester	Turnus: jährlich (WS)
Präsenzzeit: 345 Std.	Eigenstudium: 555 Std.	Sprache: Deutsch

Lehrveranstaltungen:

Bei den optionalen LV handelt es sich um Wahlpflichtveranstaltungen, die im Gesamtumfang von mindestens 14 ECTS erbracht werden müssen.

Angewandte Grundlagen I+II

Pflichtveranstaltungen (10 ECTS)

Angewandte Grundlagen der Werkstoffwissenschaften I (WS 2017/2018, Vorlesung, 2 SWS, Erik Bitzek et al.)

Übungen zu Angewandte Grundlagen der Werkstoffwissenschaften (WS 2017/2018, Übung, 2 SWS, Dorothea Matschkal et al.)

Angewandte Grundlagen der Werkstoffwissenschaften 2 (SS 2018, Vorlesung, 2 SWS, Mathias Göken)

Übungen zu Angewandte Grundlagen der Werkstoffwissenschaften 2 (SS 2018, Übung, 2 SWS, Chandra Macauley et al.)

Kernfachpraktikum

(6 ECTS)

Verbindliche Zulassungsvoraussetzung zum Praktikum ist die Teilnahme an der Sicherheitsbelehrung (Termin und Ort nach besonderer Einladung an die registrierten Teilnehmer).

Kernfachpraktikum Allgemeine Werkstoffeigenschaften (SS 2018, Praktikum, 6 SWS, Anwesenheitspflicht, Heinz Werner Höppel et al.)

Wahlpflichtvorlesungen

Aus den folgenden Wahlpflichtvorlesungen sind Veranstaltungen im Umfang von mind. 14 ECTS auszuwählen:

Anforderungen der Industrie an Werkstoffingenieure (WS 2017/2018, optional, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Peter Weidinger)

Grundlagen der Schadensanalyse an Bauteilen (SS 2018, optional, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Peter Weidinger)

Mikro- und Nanomechanik (SS 2018, optional, Vorlesung, 2 SWS, Benoit Merle)

Eisen- und Stahlwerkstoffe I (WS 2017/2018, optional, Vorlesung, 2 SWS, Peter Felfer)

Eisen- und Stahlwerkstoffe II (SS 2018, optional, Vorlesung, 2 SWS, Peter Felfer)

Hochtemperaturwerkstoffe und Intermetallische Phasen (WS 2017/2018, optional, Vorlesung, 2 SWS, Steffen Neumeier)

Tribologie und Oberflächentechnik (SS 2018, optional, Vorlesung, 2 SWS, Heinz Werner Höppel)

Ermüdungsverhalten von Metallen und Legierungen (SS 2018, optional, Vorlesung, 1 SWS, Heinz Werner Höppel)

Biomechanik: Mechanische Eigenschaften biologischer Materialien (SS 2018, optional, Vorlesung, 2 SWS, Benoit Merle)

Quantitative Gefügeanalyse (Stereologie) (SS 2018, optional, Vorlesung, 1 SWS, Heinz Werner Höppel)

Röntgenmethoden in der Materialanalyse (SS 2018, optional, Vorlesung, 1 SWS, Steffen Neumeier)

Einführung in die Finite Elemente Methode FEM (FEM-WWI) (SS 2018, optional, Kurs, 1 SWS, Aruna Prakash)

Numerische Methoden in den Werkstoffwissenschaften - Atomistische Methoden (SS 2018, optional, Vorlesung mit Übung, 2 SWS, Erik Bitzek)

Rasterelektronenmikroskopie in Materialforschung und Nanotechnologie (WS 2017/2018, optional, Vorlesung, 2 SWS, Erdmann Spiecker)

Einweisung in die Bedienung der Rasterelektronenmikroskope (WS 2017/2018, optional, Kurs, 2 SWS, Christopher Schunk et al.)

Rastersondenmikroskopie / Nanoindentierung (WS 2017/2018, optional, Vorlesung mit Übung, 3 SWS, Benoit Merle et al.)

Inhalt:

Angewandte Grundlagen I+II, V, 2x2 SWS, 6 ECTS
Im Blickpunkt steht die Beziehung zwischen Mikrostruktur / Aufbau der Werkstoffe und ihren mechanischen Eigenschaf-ten. Hierzu werden grundlegende Verformungs- und Schädigungsmechanismen besprochen und auf technisch relevante Legierungen übertragen. Die Inhalte im Einzelnen:
- Mechanische Eigenschaften (Ein- und Vielkristallverformung, Verformungsmechanismen)
- Bruchmechanik (Grundlagen, Anwendungen)
- mikrostruktureller und atomarer Aufbau auf unterschiedlichen Längenskalen sowie die daraus ableitbare Eigenschaften)
- Verbundwerkstoffe
- Simulationstechniken und deren Anwendung
- Phasenumwandlungen und Ausscheidungskinetik

Übungen zu Angewandten Grundlagen I+II, 2x2 SWS, 4 ECTS Anhand von Übungsaufgaben werden die Vorlesungsinhalte der VL Angewandte Grundlagen vertieft. Themenschwerpunkte:
- Simulationstechniken
- Verformungsmodelle
- Ausscheidungskinetik
- Experimentelle Techniken
- Bruchmechanik

Kernfachpraktikum, 6 SWS, 6 ECTS Praktische Vertiefung der Lehrinhalte der Vorlesungen Angewandte Grundlagen I & II Versuche:
- Diffusion in Legierungen
- Ausscheidungsvorgänge
- Dynamische Rekristallisation und dynamische Verformung
- Tribologie und Oberflächentechnik
- Bruchmechanik
- Ermüdung

Wahlpflichtvorlesungen: Aus folgenden Wahlpflichtvorlesungen kann ausgewählt werden(Mindestumfang: 14 ECTS):

Anforderungen an einen Werkstoffingenieur in der industriellen Praxis, V+Ü, 1+1 SWS, 2,5 ECTS
- Entwicklungsablauf im Unternehmen
- Werkstoffnormung und Spezifikationen
- Einführung in die Schadensanalyse
- Umgang mit Patenten und Datenbanken
- Werkstofftechnische Qualitätsaspekte
- Aspekte der Umweltverträglichkeit
- Anforderungen an soziale Kompetenz
- Übergang von Normprüfkörpern auf Bauteilprüfung
- Vertiefung der Vorlesungsinhalte an Fallbeispielen aus der Praxis und Gerätedemonstrationen (Übung)

Mikro-/ Nanomechanik, V, 1 SWS, 1,5 ECTS
- Größeneffekte in der Plastizität
- Mechanische Eigenschaften dünner Schichten, Pillars und Whiskers
- Grenzflächenhaftfestigkeit dünner Schichten
- Kontaktmechanik (elastisch + plastisch)
- Nanoindentierung: Oliver/Pharr Methode, dynamische Indentierung

Schadensanalyse, V+Ü, 1+1 SWS, 2,5 ECTS
- Grundlagen der Schadensanalyse metallischer werkstoffe
- Anfordrungsgerechtes Vorgehensweisen nach VDI
- Anwednung an Beispielfällen

Eisen- und Stahlwerkstoffe I+II , V, 22 SWS, 2**3 ECTS**

- Grundlagen der Stahlherstellung
- Grundlagen der Wärmebehandlungen
- Eigenschaften und Anwendung der verschiedenen Stahlklassen
- Schweißmetallurgie
- Eigenschaften und Anwendungen von Eisengusswerkstoffen

Grundlagen der Schadensanalyse, VU, 2 SWS, 3 ECTS

- Grundlagen der Schadensanalyse
- Nachweisführung und Regelungen
- Vertiefung an Beispielfällen aus der Praxis

Hochtemperaturwerkstoffe und Intermetallische Phasen, V, 2 SWS, 3 ECTS

- Grundlagen der Hochtemperaturverformung
- Struktur und Eigenschaften Intermetallischer Phasen
- Vorstellung unterschiedlicher Werkstoffgruppen (Nickel- und Cobaltbasis-Superlegierungen, TiAl, FeAl, Oxidationsschutzschichten, Hochtemperaturstähle. . .) mit ihren jeweiligen Eigenschaften und Anwendungen
- aktuelle Entwicklungen in diesem Gebiet

Tribologie und Oberflächentechnik, V, 2 SWS, 3 ECTS

- Beschichtungstechnologien
- Grundlagen der Tribologie
- Verschleißmechanismen
- Einführung in die Oberflächentechnik

Ermüdungsverhalten von Metallen und Legierungen, V, 1 SWS, 1,5 ECTS

- Grundlagen der Wechselverformung und der Dauerschwingfestigkeit metallischer Werkstoffe
- Bedeutung in der Praxis
- Durchführung der Ermüdungsversuche
- zyklisches Verformungs- und Sättigungsverhalten, zyklisches Gleitverhalten, ermüdungsinduzierte Gefügeänderungen
- Bildung und Ausbreitung von Ermüdungsrissen,
- Ermüdungslebensdauer
- Multiamplitudenbelastung
- Weitere spezielle Ermüdungsthemen

Biomechanik (Merle/Prakash) V, 2 SWS, 3 ECTS

- Aufbau, Struktur und Verhalten von biologischen Geweben unter mechanischer Belastung

Quantitative Gefügeanalyse, V+Ü, 1 SWS, 1,5 ECTS

- Einführung in die Quantitative Gefügeanalyse und die dazugehörigen Meßmethoden
- Auswertemethoden
- Grundlagen der Statistik
- Praktische Anwendung von Image C

Röntgenmethoden in der Materialanalyse, V, 1 SWS, 1,5 ECTS

- Grundlagen der Röntgen-/Synchrotron-/Neutronenbeugung
- Experimentelle Methoden
- Anwendung in der Materialanalyse (Gitterkonstantenbestimmung, Spannungsanalyse, Texturanalyse,. . .)

Einführung in die Finite Elemente Methode und Nanoindentierung an Schichten, Ü+P, 2 SWS, 2,5 ECTS

Numerische Methoden in den Werkstoffwissenschaften, V+Ü, 2 SWS, 3 ECTS

The aim of the course is to build the theoretical basis required to perform and analyze cutting-edge atomistic simulations in materials science, and to provide the students with a “computational toolbox" for the most common tasks in atomistic modeling. The focus of this course lies on direct hands-on teaching. The students will work on little projects related to current research topics. This will enable the students to independently perform simulations using classical molecular dynamics (MD) codes like IMD and QuantumEspresso for DFT calculations. Topics include:

- General theory of atomistic simulations
- Advanced methods for the generation of atomistic samples

- MD integration algorithms for different thermodynamic ensembles (NVE,NVT,NPT)
- Energy minimization algorithms and structure optimization
- Introduction to Density Functional Theory
- Determination of defect properties
- Atomic interaction potentials, including EAM
- Advanced analysis and visualization methods for atomistic samples
- Monte Carlo and kinetic Monte Carlo methods
- Modeling thermally activated events: transition state theory, nudged elastic band calculations, hyperdynamic

Rastersondenmikroskopie und Nanoindentierung, V+Ü, 3 SWS, 4 ECTS nur für MWT-Studierende!

Rastersondenmikroskopie

- Experimenteller Aufbau (Rastersondenmikroskop und Sonden)
- Rasterkraftmikroskopie (Betriebsmodi)
- Rastertunnelmikroskopie (Tunneleffekt und Betriebsprinzip)
- Bilddatenverarbeitung

Nanoindentierung

- Grundlagen der Härteprüfung
- Experimenteller Aufbau eines Nanoindenters
- Grundlagen der Kontaktmechanik (Sneddon, Hertz)
- Oliver-Pharr Auswertemethode
- Fortgeschrittene Methoden zur Bestimmung lokaler mechanischer Eigenschaften (Dehnratenabhängigkeit, Fließspannung, theoretische Festigkeit, Dynamische Charakterisierung)

Rasterelektronenmikroskopie, V, 2 SWS, 3 ECTS Komponenten eines REM

- Elastische/inelastische Wechselwirkung Elektron-Probe, Wechselwirkungsvolumen, Sekundär-/Rückstreuelektronene
- Kontrastmechanismen mit Bezug auf die verschiedenen Detektorsysteme
- Elektronenbeugung und ihre Anwendung im REM
- Rastertransmissionsmikroskopie (STEM)
- Quantitative Röntgenspektroskopie
- Fokussierte Ionenstrahlen (Dual-Beam FIB, He-Ionenmikroskopie)
- Präparationsspezifische Probleme
- Anwendungsbeispiele

Lernziele und Kompetenzen:

Fachkompetenz

Evaluieren (Beurteilen)

Folgende Lernziele werden angestrebt:

- Vertieftes Erlernen und Beurteilen des vielfältigen strukturellen Aufbaus der Werkstoffe
- Vertiefung des Verständnisses über die Zusammenhänge zwischen der chemischen Zusammensetzung, der Struktur und den Eigenschaften von Werkstoffen
- Anwendung der Legierungsthermodynamik und Analysieren von Zustandsdiagrammen
- Vertiefung des Wissens zu den mechanischen Eigenschaften und den Härtungsmechanismen
- Erschließen und Überprüfen von Struktur-Eigenschaftskorrelationen
- Eigenständiges Beurteilen von Struktur-Eigenschaftsbeziehungen an Beispielen
- Verständnis der Vorgänge und Eigenschaften von Werkstoffen auf verschiedenen Größenskalen
- Erwerben fundierter Kenntnisse über die Grundlagen zum Aufbau der verschiedenen Werkstoffklassen, Charakterisieren unterschiedlicher Strukutren
- Vertieftes Verstehen und Erklären des Zusammenhangs zwischen Aufbau, thermomechanischer Vorgeschichte und Eigenschaften der Werkstoffe
- Erlernen, Anwenden, Klassifizieren und Beurteilen von Simulationsmethoden
- Vertiefung der erlernten Inhalte durch Übungen und Praktikum; Erlernen und Anwenden von neuen Methoden

Je nach Auswahl der Wahlpflichtveranstaltungen werden folgende Lernziele zusätzlich erreicht:

- Erlernen, Anwenden und Beurteilen von Vorgängen bei zyklischer-Verformung

- Verstehen der Grundlagen der Biomechanik, Anwenden und Beurteilen des Wissens bei entprechenden Praxisbeispielen
- Erlernen, Verstehen der Vorgänge bei Hochtemperaturbelastung und Evaluieren von Kriterien zur Auswahl von Werkstoffen und Beschichtungen für HT-Anwendungen
- Verstehen und Analysieren von Vorgängen bei tribologischer Belastung
- Erlernen, Verstehen und Auswählen von Beschichtungen für den Verschleißschutz; Aufstellen von Kritierien für eine beanspruchungsgerechte Auswahl
- Erlernen der Grundlagen der Schadensanalyse und deren Anwendung an Beispielfällen, Aufstellen von Schadenshypothesen
- Erlernen und Verstehen wichtiger Anforderungen aus dem industriellen Umfeld an das Berufsfeld, Einschätzen und Beurteilen unterschiedlicher Anforderungsprofile von Produkten in Bezug auf Priorität, Ökonomie und Ökologie

Lern- bzw. Methodenkompetenz

Neue Methodenkompetenzen, die erworben werden können:

- Grundlegende Experimentiertechniken
- Simulationstechniken
- Grundlegende Mikroskopiertechniken
- Quantitative Gefügeanalyse
- Grundlegende Methoden der Röntgenbeugung

Verwendbarkeit des Moduls / Einpassung in den Musterstudienplan:

Das Modul ist im Kontext der folgenden Studienfächer/Vertiefungsrichtungen verwendbar:

[1] **Nanotechnologie (Master of Science)**

(Po-Vers. 2015w | TechFak | Nanotechnologie (Master of Science) | Masterprüfung | Kernfachmodul aus MWT, EEI, CBI, Ph, Ch | Kernfachmodul MWT | Allgemeine Werkstoffeigenschaften)

Dieses Modul ist daneben auch in den Studienfächern "Materialwissenschaft und Werkstofftechnik (Master of Science)" verwendbar.

Studien-/Prüfungsleistungen:

Kernfachpraktikum M1_WW1 (Prüfungsnummer: 62401)

Studienleistung, Praktikumsleistung

weitere Erläuterungen:

Verbindliche Teilnahmevoraussetzung für jeden Praktikumsversuch ist die erfolgreiche Erledigung des Vorprotokolls (Antestat).

Das Praktikum ist nur bestanden, wenn alle Versuche sowie alle Vor- und Nachprotokolle erfolgreich absolviert wurden (vollständige Testatkarte mit Nachweis für Vorprotokoll [Antestat], Versuchsdurchführung und Nachprotokoll [Abtestat] für jeden Versuch).

Erstablegung: SS 2018, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Heinz Werner Höppel

Kernfachprüfung M1_WW1 (Prüfungsnummer: 62402)

Prüfungsleistung, mündliche Prüfung, Dauer (in Minuten): 40

Anteil an der Berechnung der Modulnote: 100%

weitere Erläuterungen:

Der Umfang der Prüfungen richtet sich nach den ausgewählten (optionalen) Wahlpflichtveranstaltungen.

Prüfungssprache: Deutsch oder Englisch

Erstablegung: WS 2017/2018, 1. Wdh.: keine Angabe

1. Prüfer: Mathias Göken

1. Prüfer: Erik Bitzek

1. Prüfer: Peter Felfer