

283. Berichtigung des Curriculums für das ordentliche Masterstudium Materials Science

Die Verordnung des Senats der Montanuniversität Leoben vom 5. Juni 2025 über ein Curriculum für das ordentliche Masterstudium Materials Science, Mitteilungsblatt 182. Stück 2024/2025, wird wie folgt berichtigt:

In § 22 wird das Wort „Diplomingenieur“ durch die Wort- und Zeichenfolge „Diplom-Ingenieurin oder Diplom-Ingenieur“ ersetzt und hinter der Wort- und Zeichenfolge „Dipl.-Ing.“ wird die Wortfolge „oder DI“ eingefügt.

Für den Senat:

Der Vorsitzende:

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Christian Mitterer

Nachfolgend wird die konsolidierte Fassung des Curriculums für das ordentliche Masterstudium Materials Science kundgemacht:

Impressum und Offenlegung (gemäß MedienG):

Medieninhaberin, Herausgeberin und Herstellerin: Montanuniversität Leoben, Franz Josef-Straße 18, A-8700 Leoben.

Verlags- und Herstellungsort: Leoben. Anschrift der Redaktion: Büro des Rektorates, Franz Josef-Straße 18, A-8700 Leoben.

Unternehmensgegenstand: Erfüllung von Aufgaben gemäß § 3 Universitätsgesetz 2002, BGBl. I Nr. 120/2002 idgF. Art und Höhe der Beteiligung: Eigentum 100%. Grundlegende Richtung: Information der Öffentlichkeit in Angelegenheiten der Forschung und Lehre sowie der Organisation und Verwaltung der Montanuniversität Leoben sowie Veröffentlichung von Informationen nach § 20 Abs. 6 Universitätsgesetz 2002 idgF. Namen der vertretungsbefugten Organe der Medieninhaberin: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Dr.-Ing.E.h. Dr.h.c. Peter Moser, Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Helmut Antrekowitsch, Assoz. Prof. Mag. Dr. rer. soc. oec. Christina Holweg, Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Thomas Prohaska, Dr. Manuela Raith, MBA

CURRICULUM FÜR DAS ORDENTLICHE MASTERSTUDIUM

MATERIALS SCIENCE

Gültig ab 1. Oktober 2025



UNILEOBEN.AC.AT



Der Senat der Montanuniversität Leoben hat in seiner Sitzung vom 4. Juni 2025 das von der gemäß § 25 Abs. 8 Z 3 und Abs. 10 des Universitätsgesetzes 2002 eingerichteten entscheidungsbefugten Curriculumskommission Werkstoffwissenschaft beschlossene und vom Rektorat gemäß § 22 Abs. 1 Z 12b UG nicht untersagte Curriculum für das ordentliche Masterstudium Materials Science gemäß § 25 Abs. 10a UG genehmigt.



INHALTSVERZEICHNIS

I. ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN	1
§1 GELTUNGSBEREICH UND RECHTSGRUNDLAGEN	1
§2 ZULASSUNGSVORAUSSETZUNGEN	1
§3 GEGENSTAND DES STUDIUMS	1
§4 QUALIFIKATIONSPROFIL	2
§5 ZUTEILUNG VON ECTS-ANRECHNUNGSPUNKTEN	3
§6 MODULE ODER LEHRVERANSTALTUNGEN MIT BESCHRÄNKTER TEILNEHMENDENANZAHL	3
§7 UNTERRICHTS- UND PRÜFUNGS-SPRACHE	4
II. INHALT UND AUFBAU DES STUDIUMS	4
§8 DAUER UND GLIEDERUNG DES MASTERSTUDIUMS	4
§9 KERNMODULE - ÜBERSICHT	4
§10 KERNMODULE - KURZBESCHREIBUNG	5
§11 PROFILMODULE - ÜBERSICHT	7
§12 PROFILMODULE - KURZBESCHREIBUNG	7
§13 FREIE WAHLFÄCHER	9
§14 MASTERARBEIT	9
§15 AUSLANDSSTUDIEN	10
III. PRÜFUNGSORDNUNG	10
§16 PRÜFUNGEN	10
§17 ANERKENNUNG VON PRÜFUNGEN	11
§18 WIEDERHOLUNG VON PRÜFUNGEN	11
§19 DEFENSIO UND STUDIENABSCHLUSS	11
§20 PRÜFUNGSVERFAHREN	12
§21 BEURTEILUNG DES STUDIENERFOLGES	12
IV. AKADEMISCHER GRAD	13
§22 AKADEMISCHER GRAD	13
V. IN-KRAFT-TRETEN	13
§23 IN-KRAFT-TRETEN	13
ANHANG A: MODULBESCHREIBUNGEN	14
ANHANG B: LEHRVERANSTALTUNGSARTEN FÜR DIE ABSOLVIERUNG VON FREIEN WAHLFÄCHERN	26

I. ALLGEMEINE BESTIMMUNGEN

§1 GELTUNGSBEREICH UND RECHTSGRUNDLAGEN

Dieses Curriculum regelt das ordentliche Masterstudium Materials Science an der Montanuniversität Leoben auf der Grundlage des Universitätsgesetzes 2002 (UG) und des Satzungsteiles Studienrechtliche Bestimmungen der Montanuniversität Leoben in der jeweils geltenden Fassung.

§2 ZULASSUNGSVORAUSSETZUNGEN

(1) Voraussetzung für die Zulassung zum ordentlichen Masterstudium Materials Science ist der Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums oder eines anderen fachlich in Frage kommenden Studiums mindestens desselben hochschulischen Bildungsniveaus an einer anerkannten inländischen oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung. Der Nachweis der allgemeinen Universitätsreife gilt durch den Nachweis dieser Zulassungsvoraussetzung jedenfalls als erbracht.

(2) Fachlich in Frage kommend sind jedenfalls die Bachelorstudien Werkstoffwissenschaft, Materialwissenschaft und Werkstofftechnologie, Metallurgie und Metallkreisläufe, Montanmaschinenbau sowie Kunststofftechnik an der Montanuniversität Leoben.

(3) Zum Ausgleich wesentlicher fachlicher Unterschiede können Ergänzungsprüfungen vorgeschrieben werden, die bis zum Ende des zweiten Semesters des Masterstudiums abzulegen sind.

(4) Personen, deren Erstsprache nicht Englisch ist, haben die für den erfolgreichen Studienfortgang notwendigen Kenntnisse der Englisch Sprache nachzuweisen. Für einen erfolgreichen Studienfortgang werden Englischkenntnisse auf Referenzniveau B2 des Gemeinsamen Europäischen Referenzrahmens für Sprachen vorausgesetzt. Als Nachweise gelten insbesondere die in der Verordnung des Rektorats der Montanuniversität Leoben über die Zulassung zu ordentlichen Studien erforderlichen Sprachkenntnisse und -nachweise, MBI. 53. Stück 2023/2024 Nr. 91 idgF, genannten Zertifikate.

§3 GEGENSTAND DES STUDIUMS

(1) Das ordentliche Masterstudium Materials Science ist ein ingenieurwissenschaftliches Studium im Sinne des § 54 Abs. 1 Z 2 UG.

(2) Es dient der fachlichen Vertiefung und Ergänzung der wissenschaftlichen Berufsvorbildung. Kerngebiete sind das Festkörperphysikalische Verständnis der Werkstoffklassen Metalle und ihre Legierungen, keramische Werkstoffe, Gläser, Verbundwerkstoffe sowie Funktionswerkstoffe, wie z.B. Halbleitermaterialien. Des Weiteren werden die Grundlagen der Werkstoffprüfung, der modernen Untersuchungs- und Analyseverfahren und der computergestützten Materialsimulation vermittelt. Das Studium ist in Kern- und Profilmodulen strukturiert und ermöglicht damit Themen stärker zu vertiefen. Darüber

hinaus dient das Masterstudium dem Transfer neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden in die Arbeitswelt - insbesondere in die Wirtschaft - und der Vorbereitung auf ein anschließendes Doktoratsstudium. Übungen und die Masterarbeit fördern die Fähigkeit zur wissenschaftlichen Arbeit und die Verknüpfung von Theorie und Praxis.

§4 QUALIFIKATIONSPROFIL

Das Masterstudium Materials Science vermittelt eine breite, wissenschaftlich und methodisch hochwertige, auf dauerhaftes Wissen ausgerichtete Berufsvorbildung, welche die Absolventinnen und Absolventen sowohl für eine Weiterqualifizierung im Rahmen eines facheinschlägigen Doktoratsstudiums als auch für eine Beschäftigung in beispielsweise folgenden Tätigkeitsbereichen befähigt:

Zu den vorwiegend werkstofforientierten technischen Arbeitsgebieten gehören unter anderem die Entwicklung von Werkstoffen und Werkstoffkombinationen mit verbesserten mechanischen, physikalischen, elektronischen, chemischen und besonderen funktionalen Eigenschaften, die Optimierung von derzeit in der Technik eingesetzten Werkstoffen, die Nutzung besonderer Werkstoffeigenschaften, die werkstofforientierte Auslegung und Konstruktion von Anlagen, Maschinen und funktionalen Bauteilen, die Werkstoffberatung und Festlegung von Fertigungskriterien, die Qualitätssicherung und Produktentwicklung, die Lebensdauervorhersage und Versagenswahrscheinlichkeit, sowie die Schadensanalyse und Schadensvermeidung. Diese Bereiche kommen in jenen Industrien zum Tragen, die Werkstoffe erzeugen, verarbeiten, einsetzen und veredeln sowie im gesamten Prüf- und Qualitätswesen.

Aufgrund der für diese beruflichen Arbeitsgebiete vorliegenden Anforderungen werden im Masterstudium Materials Science Qualifikationen hinsichtlich folgender Kategorien vermittelt, die für eine optimale Berufsausbildung erforderlich sind:

- Naturwissenschaftlich-technische Problemlösungskompetenz zur Durchführung komplexer, nicht vorhersehbarer Forschungs- und Entwicklungsaufgaben, die neuartige strategische Ansätze erfordern
- Fortgeschrittenes Verständnis der technischen Grundlagen metallischer, keramischer und Halbleiterwerkstoffe sowie deren Herstellung
- Integriertes Werkstoffverständnis
- Wissenschaftliche Vertiefung der Kenntnisse in den werkstoffwissenschaftlichen Disziplinen
 - Materialphysik
 - Metallkunde
 - Keramische Werkstoffe
 - Werkstoffe der Elektronik und funktionale Werkstoffe
 - Biomaterialien
 - Werkstoffprüfung
 - Werkstofftechnologie
 - Modellierung und Simulation
- Möglichkeit, sich über eine Reihe von Profilmodulen zu spezialisieren

- Fähigkeit zu fach- und werkstoffübergreifenden Problemlösungen unter Beachtung sicherheitstechnischer und ökologischer Aspekte
- Vermittlung von Kompetenzen in Ethik und Wissenschaftliche Praxis
- Schaffung der Voraussetzungen für ein anschließendes Doktoratsstudium

Das wesentliche Lernergebnis des Masterstudiums Materials Science besteht in der Vertiefung und Ergänzung des theoretisch-wissenschaftlichen, festkörperphysikalisch fundierten Verständnisses der Werkstoffklassen Metalle und ihre Legierungen, keramische Werkstoffe, Verbundwerkstoffe sowie Halbleiterwerkstoffe, sodass in diesen Bereichen eine besondere Innovationsfähigkeit gegeben ist.

§5 ZUTEILUNG VON ECTS-ANRECHNUNGSPUNKTEN

Allen von den Studierenden zu erbringenden Studienleistungen werden ECTS-Anrechnungspunkte zugeteilt. Mit diesen Anrechnungspunkten ist der relative Anteil des mit den einzelnen Studienleistungen verbundenen Arbeitspensums zu bestimmen, wobei das Arbeitspensum eines Jahres 1500 Echtstunden zu betragen hat und diesem Arbeitspensum 60 ECTS-Anrechnungspunkte zugeteilt werden (§ 54 Abs. 2 UG). Daraus ergibt sich für einen ECTS-Punkt ein Gesamtaufwand von 25 Arbeitsstunden.

§6 MODULE ODER LEHRVERANSTALTUNGEN MIT BESCHRÄNKTER TEILNEHMENDENANZAHL

(1) Melden sich bei Modulen oder Lehrveranstaltungen mit beschränkter Teilnehmendenanzahl mehr Studierende an, welche die Zulassungsvoraussetzungen für dieses Modul oder diese Lehrveranstaltung erfüllen, als freie Plätze zur Verfügung stehen, so sind Parallelmodule oder -lehrveranstaltungen im erforderlichen Umfang, allenfalls auch während der sonst lehrveranstaltungsfreien Zeit, anzubieten. Dabei ist zu beachten, dass den bei einer Anmeldung zurückgestellten Studierenden daraus keine Verlängerung der Studienzeit erwächst.

(2) Die Aufnahme in das Modul oder die Lehrveranstaltung mit beschränkter Teilnehmendenanzahl erfolgt nach folgenden Kriterien:

(a) Studierende, für die dieses Modul oder diese Lehrveranstaltung ein Kernmodul oder Pflichtfach darstellt, sind vor jenen zu reihen, für die dieses Modul oder diese Lehrveranstaltung ein Profilmodul oder gebundenes Wahlfach darstellt, letztere wiederum vor jenen, für die dieses Modul oder diese Lehrveranstaltung ein freies Wahlfach darstellt.

(b) Innerhalb der in lit. (a) genannten Kategorien erfolgt die Reihung nach der Summe der bisher im betreffenden Studium erreichten ECTS-Anrechnungspunkte. Bei gleicher Punkteanzahl erfolgt die Reihung nach dem Datum der Anmeldung zum Modul oder zur Lehrveranstaltung.

(c) Studierende, die bereits einmal zurückgestellt wurden, sind bei der nächsten Abhaltung des Moduls oder der Lehrveranstaltung bevorzugt aufzunehmen.

§7 UNTERRICHTS- UND PRÜFUNGS- SPRACHE

(1) Unterrichts- und Prüfungssprache ist Englisch. Einzelne Module oder Lehrveranstaltungen können in deutscher Sprache abgehalten werden, sofern eine Absolvierung des Studiums in englischer Sprache gewährleistet wird.

(2) Die Masterarbeit kann in Absprache mit der Betreuerin oder dem Betreuer auch in deutscher Sprache abgefasst werden. Eine Abfassung in einer anderen Fremdsprache ist nach Genehmigung durch die Betreuerin oder den Betreuer und das Studienrechtliche Organ möglich.

II. INHALT UND AUFBAU DES STUDIUMS

§8 DAUER UND GLIEDERUNG DES MASTERSTUDIUMS

(1) Das ordentliche Masterstudium Materials Science umfasst einen Arbeitsaufwand von 120 ECTS-Anrechnungspunkten. Die Inhalte und Kompetenzen des Studiums werden durch Module im Umfang von je 5 ECTS-Anrechnungspunkten vermittelt. Module sind Lehr- und Lerninhalte, die nach didaktischen und thematischen Einheiten eines Studiums zusammengefasst werden.

(2) Davon entfallen entsprechend Tabelle 1 auf:

Tabelle 1 Gliederung und Umfang des Masterstudiums

	ECTS
Kernmodule	60
Profilmodule	30
freie Wahlfächer	5
Masterarbeit	23
Defensio	2
Summe	120

§9 KERNMODULE - ÜBERSICHT

Kernmodule sind Module, die für das Erreichen des Qualifikationsprofils des Masterstudiums Materials Science verpflichtend zu absolvieren sind. Die Kernmodule sind unter Angabe der Kontaktstunden (KSt), der ECTS-Anrechnungspunkte (ECTS) und der empfohlenen Semesterzuordnung (empf. Sem.) in Tabelle 2 dargestellt. Die ungeraden Zahlen des empfohlenen Semesters beziehen sich auf das Wintersemester, die geraden auf das Sommersemester.

Tabelle 2 Kernmodule

Kernmodul	KSt	ECTS	empf. Sem.
Metallic Materials I	4	5	1
Ceramic Materials I	5	5	1
Functional Materials I	5	5	1
Materials Technology I	4	5	1
Mechanics of Materials	4	5	1
Metallic Materials II	5	5	2
Ceramic Materials II	5	5	2
Functional Materials II	5	5	2
Physics of Materials	3	5	2
Materials Technology II	4	5	3
Data-driven Materials Design	5	5	3
Science and Responsibility	5	5	4
Summe	54	60	

§10 KERNMODULE - KURZBESCHREIBUNG

Dieser Abschnitt charakterisiert die Kernmodule des Masterstudiums Materials Science in Kürze. Eine ausführliche Beschreibung findet sich in Anhang A.

Metallic Materials I: In diesem Modul werden die Grundlagen der Stahlerzeugungs- und -verarbeitungsprozesse, der Sekundärmetallurgie und der Erzeugung von hochlegierten Stählen bearbeitet. Metallkundlich werden Hochtemperatur-Werkstoffe, wie beispielsweise Co- und Ni-Basis-Superlegierungen, behandelt und das Kriechen von Metallen und deren Mechanismen gelehrt.

Ceramic Materials I: Dieses Modul befasst sich mit der Bedeutung der Kristallstruktur, den Arten von Defekten und den Mikrostrukturen sowie den Zusammenhängen zwischen Dichte, Korngröße und Sinterbedingungen in Bezug auf die thermischen, optischen und elektrischen Eigenschaften keramischer Werkstoffe für technische Anwendungen.

Functional Materials I: Dieses Modul widmet sich der Erarbeitung der materialwissenschaftlichen Grundlagen funktionaler Werkstoffe sowie ausgewählten Beispielen funktionaler Werkstoffe, wobei die wissenschaftlichen Korrelationen zwischen Werkstoffaufbau und den damit verknüpften Werkstoffeigenschaften und ihrem Anwendungsverhalten behandelt werden.

Materials Technology I: Dieses Modul widmet sich den Grundlagen des Gießens, der Gusswerkstoffe und der Gießverfahren. Weiters werden Grundlagen der Umformtechnik, sowie das Formänderungs- und Fließverhalten von Werkstoffen gelehrt.

Mechanics of Materials: Dieses Modul behandelt das Verformungs- und Bruchverhalten von metallischen Materialien. Spezielles Augenmerk liegt auf der Korrelation zwischen vorliegender Mikrostruktur und resultierendem Materialverhalten auf den unterschiedlichsten Längenskalen.

Metallic Materials II: Dieses Modul behandelt das Legierungsdesign, den Gefügebau und die Eigenschaften von Hochleistungsstählen und von Nichteisenmetalllegierungen. Darüber hinaus werden Methoden der atomistischen Simulation behandelt und experimentelle Methoden zur Bestimmung des Rekristallisationsverhalten und Kornwachstums erlernt.

Ceramic Materials II: Dieses Modul behandelt die mechanische Charakterisierung keramischer Werkstoffe mittels Festigkeits- und Bruchzähigkeitsmessungen sowie die Anwendung der Weibull-Statistik, der linearen elastischen Bruchmechanik und der Fraktographie. Die erworbenen Kompetenzen werden auf das Design neuartiger, bioinspirierter und schadenstoleranter anorganischer Werkstoffe angewendet.

Functional Materials II: Dieses Modul behandelt ausgewählte funktionale Werkstoffsysteme, mit einem speziellen Fokus auf die verwendeten Methoden zu ihrer Herstellung, Charakterisierung, Prüfung und Schädigung. Die zu erwerbenden Kompetenzen werden durch Experimente im Labor und durch zu bearbeitende Beispiele des Problem- und Challenge-based Learnings gefestigt und vertieft.

Physics of Materials: Dieses Modul beschäftigt sich mit ausgewählten Kapiteln der Materialphysik, zum Beispiel der quantenmechanischen Beschreibung optischer und thermischer Eigenschaften, der Diffusion, sowie wichtigen Aspekten der Oberflächenphysik. Diese Inhalte werden sowohl in Vorlesungsform behandelt als auch mit Seminararbeiten ergänzt.

Materials Technology II: Dieses Modul widmet sich den Grundlagen der Korrosion, den Arten des Korrosionsangriffes, den Korrosionseigenschaften metallischer und nichtmetallischer Werkstoffe, sowie den Maßnahmen des Korrosionsschutzes. Weiter wird die Pulvermetallurgie behandelt und dabei die Pulverherstellung, -charakterisierung und -aufbereitung, sowie die Theorie und Praxis des Sinterns gelehrt. Darüber hinaus werden die Verfahren der Verbindungs- und Fügeverfahren der verschiedenen Werkstoffklassen behandelt.

Data-driven Materials Design: Dieses Modul widmet sich der Vermittlung grundlegender Kenntnisse und Methoden, die für die Analyse und das maschinelle Lernen großer Datenmengen in der Materialwissenschaft mittels Scripting mit einer gängigen Programmiersprache erforderlich sind.

Science and Responsibility: Innerhalb dieses Moduls werden das grundlegende Schlüsselwissen, die Fähigkeiten und Kompetenzen vermittelt und trainiert, die notwendig sind, um wissenschaftliche Forschung mit der strengen Verantwortung durchzuführen, die erforderlich ist, um den Standards wissenschaftlicher Gültigkeit und ethischer Normen gerecht zu werden. Das Modul ist begleitend zur Masterarbeit.

§11 PROFILMODULE - ÜBERSICHT

(1) Profilmodule sind Module, die nach den Vorgaben des Curriculums wählbar sind. Die Studierenden des Masterstudiums Materials Science sind verpflichtet, Module im Umfang von 30 ECTS-Anrechnungspunkten aus den Profilmodulen zu absolvieren.

(2) Die Profilmodule sind unter Angabe der Kontaktstunden (KSt), der ECTS-Anrechnungspunkte (ECTS) und der empfohlenen Semesterzuordnung (empf. Sem.) in Tabelle 3 dargestellt. Die ungeraden Zahlen des empfohlenen Semesters beziehen sich auf das Wintersemester, die geraden auf das Sommersemester.

Tabelle 3 Profilmodule

Profilmodul	KSt	ECTS	empf. Sem.
Materials and Processes in Microelectronics	4	5	2
Atomistic Materials Modelling	5	5	2
Atomic-scale Materials Characterisation	3	5	2
Materials in Extreme Environments	5	5	2
Hard Materials and Composites	4	5	2
Materials for Energy	5	5	3
Interfaces and Devices in Microelectronics	4	5	3
Metals in Applications	5	5	3
Meso-scale Materials Modelling	5	5	3
Continuum Materials Modelling	4	5	3
Correlative Materials Analysis	3	5	3
Additive Manufacturing	4	5	3
Advanced Materials Testing	4	5	3
Biomaterials and Soft Matter	4	5	3
Summe	59	70	

§12 PROFILMODULE - KURZBESCHREIBUNG

Dieser Abschnitt charakterisiert die Profilmodule des Masterstudiums Materials Science in Kürze. Eine ausführliche Beschreibung findet sich in Anhang A.

Materials and Processes in Microelectronics: Dieses Modul vermittelt fortgeschrittenes Wissen und praktische Fähigkeiten im Design leistungsstarker Mikro- und Nanoelektronikbauteile, mit Fokus auf die Eigenschaften und Anwendungen von Halbleitermaterialien und Nicht-Halbleitermaterialien. Zentrale Themen umfassen

Wafertechnologien, Fertigungsprozesse, MOS-FET-Technologie, diskrete und integrierte Interconnects, dielektrische Materialien und passive Bauelemente.

Atomistic Materials Modelling: In diesem Modul werden Berechnungen der elektronischen Struktur (inkl. Dichtefunktionaltheorie), Molekulardynamik und Monte-Carlo-Methoden behandelt. Sie werden an strukturellen, mechanischen, thermischen und elektronischen Eigenschaften, Diffusions- und Ordnungsphänomenen und Defekten wie Versetzungen und Korngrenzen demonstriert. Zahlreiche praktische Übungen zielen darauf ab, die Anwendung dieser Methoden in der Materialforschung zu erlernen.

Atomic-scale Materials Characterisation: In diesem Modul werden die Methoden und notwendigen Vorbereitungen zur Beurteilung der atomaren Struktur von Materialien, welche für ihre mechanischen und funktionellen Eigenschaften entscheidend ist, besprochen. Ausgewählte entsprechende Beispiele werden diesbezüglich von den Teilnehmern analysiert und gemeinsam im Modul diskutiert.

Materials in Extreme Environments: Dieses Modul beschäftigt sich mit dem Einsatz von Materialien unter extremen Bedingungen, wie Strahlung, sehr hohen Temperaturen und/oder aggressiven Medien. Dabei werden die Degradation der Eigenschaften von Metallen, Keramiken und Kunststoffen gelehrt, als auch Werkstoffe für nukleare Anwendungen und hochschmelzende Metalle näher behandelt.

Hard Materials and Composites: In diesem Modul werden die Grundlagen der Technologie von Keramikmatrix-Verbundwerkstoffen, keramischen Laminatarchitekturen und Hartmetallen sowie ihrer Bestandteile vermittelt. Werkstoffwissenschaftliche Grundlagen und werkstoffmechanische Prinzipien zum Verständnis der mechanischen und funktionellen Eigenschaften dieser Werkstoffe werden erläutert und analysiert. Typische Anwendungsbereiche werden diskutiert.

Materials for Energy: Dieses Modul beschäftigt sich mit der Bedeutung von Werkstoffen für die Energieumwandlung und -speicherung, sowie den Energietransport. Es werden Konstruktionswerkstoffe (Metalle, Legierungen, Keramiken, Polymere und Verbundwerkstoffe) und Funktionswerkstoffe, sowie deren Synthesemethoden behandelt.

Interfaces and Devices in Microelectronics: Dieses Modul behandelt fortgeschrittene Konzepte und Techniken für das Design und die Optimierung leistungsstarker Mikro- und Nanoelektronikbauteile. Der Schwerpunkt liegt auf der Zuverlässigkeit von Bauelementen, dem Management von Wärme und mechanischen Spannungen, der mechanischen Integrität sowie auf wegweisenden Technologien wie III-V-Halbleiter-Heterostrukturen und 2D-van-der-Waals-Materialien, mit dem Ziel, ein umfassendes Verständnis innovativer Strategien und zukünftiger Trends in der Mikroelektronik zu vermitteln.

Metals in Applications: Dieses Modul widmet sich den metallischen Legierungen in ihrer Anwendung. Es werden dabei die Herstellung und Eigenschaften von moderner Werkzeugstähle und Stählen für die Automobilindustrie aufgezeigt. Weiters werden die Verarbeitung und Anwendung von Leichtmetalllegierungen und von rohstoffkritischen Seltenen Erden und Metallen behandelt.

Meso-scale Materials Modelling: Dieses Modul vermittelt grundlegende Kenntnisse und praktische Fähigkeiten zur Berechnung der Mikrostruktur und Eigenschaften von Materialien unter Verwendung gängiger Simulationssoftware, die auf thermodynamischen, kinetischen und

mechanischen Modellen basiert und zur Analyse und Optimierung von Werkstoffen eingesetzt wird.

Continuum Materials Modelling: In diesem Modul werden die theoretischen Konzepte zur Beschreibung des Materialverhaltens in einem Längenskalenbereich von der Ebene einzelner Körner bis hin zur Bauteilebene vermittelt. Die für die Modellierung verwendeten Werkzeuge reichen von analytischen Methoden bis hin zu numerischen Verfahren auf Basis der Methode der finiten Elemente. Darüber hinaus wird gezeigt, wie die Funktionalität etablierter Programmcodes durch User-definierte Subroutines erweitert und individuell maßgeschneidert werden kann.

Correlative Materials Analysis: Dieses Modul befasst sich mit verschiedenen korrelativen Untersuchungsmethoden und den erforderlichen Präparations- und Analysetechniken zur Bewertung und Interpretation des globalen und lokalen Verformungsverhaltens sowie des strukturellen und chemischen Zustands von Werkstoffen.

Additive Manufacturing: In diesem Modul werden die grundlegenden Prinzipien der additiven Fertigung vermittelt. Verschiedene Verfahren werden erläutert und in Bezug auf ihre Anwendbarkeit für die verschiedenen Materialklassen beurteilt. Ausgewählte Verfahren für Metalle und Keramiken werden detailliert in Bezug auf Prozessparameter, Anforderungen für die Bauteilgestaltung, Materialauswahl, Eigenschaften und deren Charakterisierung vermittelt. Neuartige Bauteil- und Materialkonzepte werden diskutiert.

Advanced Materials Testing: Der Inhalt dieses Profilmoduls beschäftigt sich mit modernen Werkstoffprüfverfahren, wobei der Schwerpunkt auf der Charakterisierung mechanischer Eigenschaften liegt. Ein besonderes Augenmerk wird auf kleinskalige Prüfmethoden und Untersuchungen unter operando-Bedingungen gelegt, wie beispielsweise unter Temperatureinfluss oder in elektrochemischen Umgebungen.

Biomaterials and Soft Matter: Dieses Modul befasst sich mit der Struktur und den mechanischen und funktionalen Eigenschaften von weicher Materie und biologischen Materialien. Schwerpunkte umfassen das physikalisch-/chemische Verständnis von Selbstorganisationsprozessen, den hierarchischen Aufbau von biologischen Verbundsystemen sowie biomimetische Materialkonzepte.

§13 FREIE WAHLFÄCHER

Im Masterstudium Materials Science sind freie Wahlfächer im Umfang von 5 ECTS-Anrechnungspunkten zu absolvieren. Diese können aus den Lehrveranstaltungen oder Modulen aller anerkannten in- oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtungen frei gewählt werden und sind mit einer Leistungsbeurteilung abzuschließen.

§14 MASTERARBEIT

(1) Im Masterstudium Materials Science ist eine Masterarbeit anzufertigen. Diese dient dem Nachweis der Befähigung, wissenschaftliche Themen selbstständig sowie inhaltlich und methodisch vertretbar zu bearbeiten. Die Aufgabenstellung ist so zu wählen, dass für die

Studierende oder den Studierenden die Bearbeitung innerhalb von sechs Monaten möglich und zumutbar ist. Der Masterarbeit werden 23 ECTS-Anrechnungspunkte zugewiesen.

(2) Studierende sind unter der Berücksichtigung der Vorgaben des Curriculums berechtigt, das Thema der Masterarbeit und die Betreuerin oder den Betreuer der Masterarbeit vorzuschlagen oder aus einer Anzahl von Vorschlägen auszuwählen. Die oder der Studierende hat das Thema und die Betreuerin oder den Betreuer der Masterarbeit dem Studienrechtlichen Organ vor Beginn der Bearbeitung schriftlich bekannt zu geben. Das Thema und die Betreuerin oder der Betreuer gelten als angenommen, wenn das Studienrechtliche Organ nicht innerhalb eines Monats das Thema bzw. die Betreuung durch die vorgeschlagene Person untersagt.

(3) Die Masterarbeit ist innerhalb von fünf Wochen ab Einreichung zu beurteilen. Die erfolgte Beurteilung ist durch ein Zeugnis zu beurkunden.

(4) Es wird empfohlen, die Masterarbeit im vierten Semester zu verfassen.

§15 AUSLANDSSTUDIEN

Während des Auslandsstudiums positiv absolvierte Prüfungen werden nach den Bestimmungen des § 78 UG auf Antrag der oder des Studierenden anerkannt. Auf die Möglichkeit eines Vorausbescheides im Sinne des § 78 Abs. 5 UG wird verwiesen.

III. PRÜFUNGSORDNUNG

§16 PRÜFUNGEN

(1) Mündliche Prüfungen sind Prüfungen, bei denen die Prüfungsfragen mündlich zu beantworten sind.

(2) Schriftliche Prüfungen sind Prüfungen, bei denen die Prüfungsfragen schriftlich zu beantworten sind.

(3) Einzelprüfungen sind Prüfungen, die jeweils von einzelnen Prüferinnen und Prüfern durchgeführt werden.

(4) Kommissionelle Prüfungen sind Prüfungen, die von Prüfungssenaten durchgeführt werden.

(5) Modulprüfungen sind Prüfungen, die dem Nachweis der Lernergebnisse (Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen) eines Moduls dienen. Mit der positiven Beurteilung aller Teile einer Modulprüfung wird ein Modul abgeschlossen. Modulprüfungen sind von der Modulleitung abzuhalten und zu beurteilen. Bei Bedarf hat das Studienrechtliche Organ eine andere fachlich geeignete Prüferin oder einen anderen fachlich geeigneten Prüfer zu beauftragen.

(6) Lehrveranstaltungsprüfungen sind Prüfungen, die dem Nachweis der Lernergebnisse (Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen) einer Lehrveranstaltung dienen. Lehrveranstaltungsprüfungen sind von der Lehrveranstaltungsleitung abzuhalten und zu beurteilen. Bei Bedarf hat das Studienrechtliche Organ eine andere fachlich geeignete Prüferin oder einen anderen fachlich geeigneten Prüfer zu beauftragen.

(7) Bei Prüfungen ohne immanenten Prüfungscharakter findet die Prüfung in einem einzigen Prüfungsvorgang statt, der mündlich oder schriftlich bzw. mündlich und schriftlich stattfinden kann.

(8) Prüfungen mit immanentem Prüfungscharakter sind Prüfungen, bei denen die Beurteilung nicht nur auf Grund eines einzigen Prüfungsvorganges am Ende des Moduls oder der Lehrveranstaltung, sondern auch auf Grund von begleitenden Erfolgskontrollen der Teilnehmenden erfolgt;

(9) Der positive Erfolg von Prüfungen wird mit „sehr gut“ (1), „gut“ (2), „befriedigend“ (3) oder „genügend“ (4), der negative Erfolg mit „nicht genügend“ (5) beurteilt.

§17 ANERKENNUNG VON PRÜFUNGEN

Für die Anerkennung von Prüfungen gilt § 78 UG in Verbindung mit dem Satzungsteil Studienrechtliche Bestimmungen.

§18 WIEDERHOLUNG VON PRÜFUNGEN

(1) Negativ beurteilte Prüfungen dürfen viermal wiederholt werden (5 Prüfungsantritte). Auf die Zahl der zulässigen Prüfungsantritte sind alle Antritte für dieselbe Prüfung an der Montanuniversität Leoben anzurechnen.

(2) Wurde eine Teilleistung einer Modulprüfung, deren Beurteilung zumindest 40% der Gesamtbeurteilung ausmacht, negativ beurteilt, hat die oder der Studierende das Recht, diese Teilleistung einmal zu wiederholen, wobei die Wiederholung nicht als weiterer Prüfungsantritt zählt. Es sind mindestens zwei Wiederholungstermine anzubieten. Die Wiederholung von Teilleistungen eines Moduls aus dem Wintersemester ist bis zum darauffolgenden 30. September, die Wiederholung von Teilleistungen eines Moduls aus dem Sommersemester ist bis zum darauffolgenden 28. oder 29. Februar möglich. Wird das Modul bis zum 31. Oktober oder 31. März positiv abgeschlossen, ist die Anmeldung zu einem aufbauenden Modul innerhalb dieses Zeitraums zu ermöglichen.

(3) Für Prüfungswiederholungen gilt weiters § 43 des Satzungsteils Studienrechtliche Bestimmungen.

§19 DEFENSIO UND STUDIENABSCHLUSS

(1) Voraussetzung für die Zulassung zur Defensio ist die positive Absolvierung aller vorgeschriebenen Module oder Lehrveranstaltungen sowie die positive Beurteilung der Masterarbeit.

(2) Die abschließende Prüfung des Masterstudiums erfolgt in Form einer Defensio. Dabei handelt es sich um eine kommissionelle Prüfung, die die Verteidigung der Masterarbeit sowie eine Fachdiskussion zum wissenschaftlichen Umfeld der Masterarbeit beinhaltet.

(3) Der Defensio werden 2 ECTS Anrechnungspunkte zugewiesen.

(4) Mit der positiven Absolvierung der Defensio wird das Masterstudium abgeschlossen.

§20 PRÜFUNGSVERFAHREN

(1) Für das Prüfungsverfahren gilt Abschnitt IV. des Satzungsteils Studienrechtliche Bestimmungen der Montanuniversität Leoben in der jeweils geltenden Fassung.

(2) Die Modul- oder Lehrveranstaltungsleitung hat vor Beginn jedes Semesters die Studierenden im Studieninformationssystem MUonline über die Ziele, die Inhalte und die Methoden ihres Moduls oder ihrer Lehrveranstaltung sowie über die Inhalte, die Methoden, die Beurteilungskriterien und die Beurteilungsmaßstäbe der Modul- oder Lehrveranstaltungsprüfungen in geeigneter Weise zu informieren (§ 76 Abs. 2 UG).

(3) Das Ergebnis von mündlichen Prüfungen ist den Studierenden im unmittelbaren Anschluss an die Prüfung mündlich mitzuteilen.

(4) Das Ergebnis von schriftlichen Prüfungen ist den Studierenden längstens innerhalb von vier Wochen nach Erbringung der zu beurteilenden Leistung durch Bekanntgabe in MUonline mitzuteilen.

§21 BEURTEILUNG DES STUDIENERFOLGES

(1) Anlässlich des positiven Abschlusses des Masterstudiums ist für jedes Prüfungsfach eine Fachnote zu ermitteln. Die Gesamtheit aller absolvierten freien Wahlfächer gilt dabei insgesamt als ein Prüfungsfach. Die Defensio gilt ebenfalls als selbstständiges Prüfungsfach. Zur Bestimmung der Fachnoten wird zunächst der Mittelwert der um die ECTS-Punkte gewichteten Beurteilungen innerhalb des Prüfungsfachs errechnet und die Note durch Rundung dieses Mittelwerts bestimmt, wobei bei einem Nachkommateil von 0,5 abzurunden ist. Ist keine dieser Fachnoten schlechter als „gut“ und ist die Anzahl der auf „sehr gut“ lautenden Fachnoten mindestens so groß wie die Anzahl der auf „gut“ lautenden Fachnoten, lauten weiters die Beurteilung der Defensio und die Beurteilung der Masterarbeit auf „sehr gut“, so wird für das gesamte Masterstudium das Abschlussprädikat „mit Auszeichnung bestanden“ vergeben. In den übrigen Fällen wird das Abschlussprädikat „bestanden“ vergeben.

(2) Prüfungsfächer iSd Abs. 1 sind folgende Module und Modulblöcke gemäß Anhang A:

- a) Modulblock “Metallic Materials”
- b) Modulblock “Ceramic Materials”
- c) Modulblock “Functional Materials“
- d) Modulblock “Materials Technology“
- e) Modulblock “Physics and Mechanics of Materials“
- f) Modul „Data-driven Materials Design“
- g) Modul “Science and Responsibility“
- h) Modulblock “Elective Modules”
- i) Modul „Free Elective Courses“

IV. AKADEMISCHER GRAD

§22 AKADEMISCHER GRAD

An Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiums Materials Science wird der akademische Grad „Diplom-Ingenieurin oder Diplom-Ingenieur“, abgekürzt „Dipl.-Ing. oder DI“ verliehen. Im Falle der Führung des akademischen Grades ist dieser dem Namen voranzustellen.

V. IN-KRAFT-TRETEN

§23 IN-KRAFT-TRETEN

Dieses Curriculum tritt am 1. Oktober 2025 in Kraft.

Anhang A: Modulbeschreibungen

Anhang B: Lehrveranstaltungsarten für die Absolvierung von freien Wahlfächern

Für den Senat:
Der Vorsitzende:
Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. mont. Christian Mitterer

ANHANG A: MODULBESCHREIBUNGEN

Modulblock „Metallic Materials“

Modul “Metallic Materials I”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- (i) Technische und wirtschaftliche Herausforderungen bei der Produktion von grünem Stahl bewerten,
- (ii) Verarbeitung -Struktur und Eigenschaftsbeziehungen von metallischen Legierungen erstellen,
- (iii) Neue metallische Hochtemperatur- und Leichtbaumaterialien entwickeln,
- (iv) Fortgeschrittenes Wissen zum Kriechverhalten von Werkstoffen anwenden.

Erwartete Vorkenntnisse: Mathematik, Physik, Chemie, Technische Mechanik, Thermodynamik, Technologie metallischer Werkstoffe, Konstruktion von Phasendiagrammen aus G-x-Kurven, Eisen-Kohlenstoff-Phasendiagramm, Anwendung von Wärmebehandlungen, Beurteilung von Ausscheidungsprozessen und Phasenentwicklungen, Erstellung metallographischer Untersuchungen und Interpretation von Gefügebildern.

Modul “Metallic Materials II”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- (i) Struktur-Eigenschafts-Beziehungen metallischer Legierungen erforschen,
- (ii) Neue Hochleistungsstähle entwickeln,
- (iii) Phasendiagrammen durch Anwendung experimenteller Charakterisierungsmethoden erstellen,
- (iv) Die Genauigkeit von Messungen für die Untersuchung des Rekristallisationsverhalten und des Kornwachstums beurteilen,
- (v) Abweichungen zwischen Berechnungen und Experimenten bewerten.

Erwartete Vorkenntnisse: Mathematik, Physik, Chemie, Technische Mechanik, Thermodynamik, Technologie metallischer Werkstoffe, Konstruktion von Phasendiagrammen aus G-x-Kurven, Eisen-Kohlenstoff-Phasendiagramm, Anwendung von Wärmebehandlungen, Beurteilung von Ausscheidungsprozessen und Phasenentwicklungen, Erstellung metallographischer Untersuchungen und Interpretation von Gefügebildern.

Modulblock „Ceramic Materials“

Modul „Ceramic Materials I“: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- (i) die Bedeutung der Kristallstruktur, der Art von Defekten und der Mikrostrukturen für die endgültigen Eigenschaften anorganischer Materialien in technischen Anwendungen kritisch beurteilen und bewerten,*
- (ii) Prozessschritte für die Herstellung von Struktur- und Funktionskeramiken entwerfen und formulieren,*
- (iii) Sintermechanismen in Keramiken kategorisieren und keramische Mikrostrukturen anhand eines Verständnisses der Physik und Chemie von Verdichtung und Kornwachstum interpretieren,*
- (iv) die Korrelation zwischen Kristallstruktur, Mikrostruktur und funktionalen Eigenschaften (thermischen, optischen und elektrischen) in Keramiken und Gläsern bewerten,*
- (v) das Design keramischer Bauteile mit verbesserter funktionaler Leistung auf Grundlage der Materialauswahl, Formgebungstechniken und Sinterprotokolle entwickeln.*

Erwartete Vorkenntnisse: Mathematik, Physik, Chemie, Technische Mechanik, Grundlagen der strukturellen und funktionalen Materialien, Kristallographie, sowie Keramiktechnologie für Bachelor-Ingenieure.

Modul „Ceramic Materials II“: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- (i) die LEFM (Linear Elastic Fracture Mechanics) auf spröde Festkörper anwenden, um Korrelationen zwischen kritischen Defekten und der Festigkeit in spröden Festkörpern zu interpretieren.*
- (ii) das mechanische Verhalten von keramischen Werkstoffen unter verschiedenen Umgebungen und Belastungsbedingungen (z.B. Kontakt oder Thermoschock) argumentieren und begründen sowie es vom Verhalten von Polymeren und Metallen differenzieren,*
- (iii) gemessene Festigkeits- und Zähigkeitsdaten, die mit einer gegebenen Methode ermittelt wurden, überarbeiten, bewerten und vergleichen,*
- (iv) keramische Bauteile und Gläser (mit Schadenstoleranz) mit verbesserter Leistung entwerfen, basierend auf der Materialauswahl, der Mikrostrukturgestaltung und dem Designaufbau.*

Erwartete Vorkenntnisse: Mathematik, Physik, Chemie, Technische Mechanik, Grundlagen struktureller Materialien, sowie Werkstoffprüfung und Werkstoffmechanik für Bachelor-Ingenieure.

Modulblock „Functional Materials“

Modul “Functional Materials I”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über:

(i) Hochspezialisiertes Wissen, das an neueste Erkenntnisse auf dem Gebiet der funktionalen Werkstoffe anknüpft und die materialwissenschaftliche Grundlage für innovative Denkansätze und Forschungsideen schafft,

(ii) Kritisches Bewusstsein für Wissensfragen auf dem Gebiet der funktionalen Werkstoffe, inklusive der künftigen Entwicklungstrends und -potenziale sowie der derzeitigen Grenzen ihrer Anwendbarkeit,

(iii) Spezialisierte Problemlösungsfertigkeiten im Bereich der Forschung auf dem Gebiet der funktionalen Werkstoffe sowie ihres Aufbaues, ihrer Eigenschaften und ihrem Anwendungsverhalten, die die Basis für die Erarbeitung neuer Forschungserkenntnisse und künftiger Werkstoffinnovationen schaffen.

Erwartete Vorkenntnisse: Mathematik, Physik, Chemie, technische Mechanik, Digitale Grundkompetenzen und Statistik, Grundlagen der Werkstoffwissenschaft der Metalle, Keramiken, Halbleiter und Polymere, Grundlagen der Werkstofftechnologie, der Werkstoffcharakterisierung und -prüfung für Bachelor-Ingenieure.

Modul “Functional Materials II”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über:

(i) Hochspezialisiertes Wissen, das an neueste Erkenntnisse auf dem Gebiet der funktionalen Werkstoffe und Werkstoffsysteme, ihrer Herstellung, Charakterisierung, -prüfung und Schädigung anknüpft sowie die materialwissenschaftliche Grundlage für innovative Denkansätze und Forschungsideen schafft,

(ii) Kritisches Bewusstsein für Wissensfragen auf dem Gebiet der funktionalen Werkstoffe und Werkstoffsysteme, ihrer Herstellung, Charakterisierung, -prüfung und Schädigung, inklusive der künftigen Entwicklungstrends und -potenziale sowie der derzeitigen Grenzen ihrer Anwendbarkeit,

(iii) Spezialisierte Problemlösungsfertigkeiten im Bereich der Forschung auf dem Gebiet der funktionalen Werkstoffe und Werkstoffsysteme, ihrer Herstellung, Charakterisierung, -prüfung und Schädigung, die die Basis für die Erarbeitung neuer Forschungserkenntnisse und künftiger Werkstoffinnovationen schaffen.

Erwartete Vorkenntnisse: Mathematik, Physik, Chemie, technische Mechanik, Digitale Grundkompetenzen und Statistik, Quantenmechanik und Festkörperphysik, Grundlagen der Werkstoffwissenschaft der Metalle, Keramiken, Halbleiter und Polymere, Grundlagen der Werkstofftechnologie, der Werkstoffcharakterisierung und -prüfung für Bachelor-Ingenieure.

Modulblock „Materials Technology“

Modul “Materials Technology I”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- (i) den Einfluss von Gießprozessen auf die Gussstruktur und die Bauteileigenschaften bewerten,
- (ii) fortgeschrittenes Wissen der technologischen Grundlagen der Gießereitechnik anwenden,
- (iii) die metallphysikalischen und plastomechanischen Grundlagen zur Umformbarkeit von metallischen Werkstoffen erklären,
- (iv) die prozessbedingten Einflüsse auf das Umformverhalten in Form von Mechanismen- und Stabilitäts-Karten nach Prasad für die Auslegung von Umformprozessen nutzen,
- (v) den Einfluss von Umformprozessen auf die Mikrostrukturentwicklung und mechanische Eigenschaften erläutern,
- (vi) die Komponenten- und Werkstoffabhängige Auswahl geeigneter Umformprozesse durchführen.

Erwartete Vorkenntnisse: Umfassendes Wissen, -fähigkeiten und -kenntnisse für Bachelor-Ingenieure (Mathematik, Physik, Chemie, Technische Mechanik, Thermodynamik, Metallische Werkstofftechnik).

Modul “Materials Technology II”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- (i) verschiedener Korrosionsmechanismen bestimmen und bewerten,
- (ii) Ergebnissen aus Korrosionstests interpretieren,
- (iii) Fortgeschrittenes Wissen über pulvermetallurgischen Herstellmethoden anwenden und die Theorie und Praxis des Sinterns verknüpfen,
- (iv) spezialisierte Problemlösungsfertigkeiten zur Herstellung, Aufbau und Eigenschaften von PM-Werkstoffen anwenden,
- (v) Konzepte für Schweiß- und Fügeverfahren entwickeln.

Erwartete Vorkenntnisse: Umfassendes Wissen, -fähigkeiten und -kenntnisse für Bachelor-Ingenieure (Mathematik, Physik, Chemie, Technische Mechanik, Thermodynamik, Metallische Werkstofftechnik).

Modulblock „Physics and Mechanics of Materials“

Modul “Physics of Materials”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über:

- (i) spezialisierte Kenntnisse in der Festkörperphysik zur Interpretation thermischer und optischer Eigenschaften sowie im Bereich der Diffusion,
- (ii) vertieftes Wissen im Bereich der Oberflächen- und Grenzflächenphysik,
- (iii) Gestaltung einer eigenständigen und kritischen Auseinandersetzung mit modernen Materialthemen, einschließlich des Einsatzes geeigneter Lehr- und Präsentationstechniken,
- (iv) Auswahl von Strategien zur strukturellen Optimierung moderner Materialien und Materialsysteme durch mikrostrukturelles Design,
- (v) Kritische Beurteilung von Wissensfragen im Bereich der materialphysikalischen Eigenschaften fortschrittlicher Materialien und Materialsysteme, einschließlich zukünftiger Potenziale und aktueller Grenzen.

Erwartete Vorkenntnisse: *Mathematik, Physik, Chemie, technische Mechanik, Grundlagen der strukturellen und funktionalen Materialien sowie Festkörperphysik auf Bachelor-Niveau.*

Modul “Mechanics of Materials”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- (i) die Verformungs- und Bruchmechanik moderner Materialien auf verschiedenen Größenskalen interpretieren,
- (ii) die Eigenschaften von Materialien im Hinblick auf das komplexe Zusammenspiel von Mikrostruktur, Belastungsbedingungen und Umwelteinflüssen auf die resultierenden Verformungs-, Bruch- und Ermüdungsmechanismen sowie Beurteilung zukünftiger Potenziale und der aktuellen Grenzen ihrer Anwendbarkeit bewerten,
- (iii) ein tiefgehendes Verständnis für das Materialverhalten unter zyklischer Belastung entwickeln,
- (iv) Strategien zur strukturellen Optimierung moderner Materialien und Materialsysteme durch mikrostrukturelles Design formulieren, bzw. auswählen.

Erwartete Vorkenntnisse: *Umfassendes Wissen in der Metallurgie, Werkstoffprüfung, Mikrostrukturanalysetechniken und die Fähigkeit, den Einfluss von Kristalldefekten auf die mechanischen Eigenschaften zu erschließen. Grundlegendes Verständnis der Elastizitätstheorie und der plastischen Verformung sowie der Mechanismen der Plastizität. Grundkenntnisse in der Dünnschichttechnologie und den Eigenschaften von Dünnschichten.*

Modul “Data-driven Materials Design”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- (i) die grundlegende Syntax und verschiedene Datentypen in Python verstehen und korrekt anwenden,
- (ii) Datenprinzipien und Herausforderungen im Zusammenhang mit Werkstoffdaten benennen und mit Beispielen erklären,
- (iii) Daten aus Werkstoffdatenbanken extrahieren,
- (iv) Python-Bibliotheken für die wissenschaftliche Datenanalyse einsetzen,
- (v) Skripte zur automatischen Auswertung und Visualisierung großer Datensätze für den Einsatz in Abschlussarbeiten und wissenschaftlichen Veröffentlichungen schreiben,
- (vi) Maschinelle Lernalgorithmen, die in der Werkstoffwissenschaft verwendet werden, erklären und deren Eignung für konkrete Anwendungen bewerten,
- (vii) Repräsentative Beispiele erarbeiten, in denen maschinelle Lernalgorithmen und Auswertungsverfahren angewendet werden, um Werkstoffeigenschaften und -verhalten vorherzusagen und abzuleiten.

Erwartete Vorkenntnisse: Grundkenntnisse von Werkstoffen und ihren Eigenschaften sowie Erfahrung mit einer Programmiersprache.

Modul “Science and Responsibility”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über:

- (i) Hochspezialisiertes Wissen zur Durchführung komplexer wissenschaftlicher Forschung, einschließlich der Definition von Forschungsfragen, der Sichtung und kritischen Bewertung wissenschaftlicher Literatur, der Entwicklung eines geeigneten Forschungsprogramms für die Masterarbeit, der kritischen Auswertung und Präsentation der erzielten Ergebnisse, des wissenschaftlichen „story telling“ und der korrekten Zitierung von Literatur,
- (ii) Kritisches Bewusstsein für gute wissenschaftliche Praxis, korrekte Zitierweise und Vermeidung von Plagiaten als solide Grundlage für wissenschaftliches Arbeiten,
- (iii) Spezialisierte Fähigkeiten und Verantwortlichkeiten für die Gestaltung, Vorbereitung und Verteidigung wissenschaftlicher Arbeiten und Publikationen, die die Ergebnisse und Schlussfolgerungen komplexer Forschungs- und Entwicklungsaufgaben präsentieren und diskutieren.

Erwartete Vorkenntnisse: Grundlegendes Schlüsselwissen, Fähigkeiten und Kompetenzen für Ingenieur:innen (Mathematik, Physik, Chemie, Technische Mechanik); Wissen, Fähigkeiten und Kompetenzen in den digitalen Wissenschaften und der Statistik; Grundlagen der Materialwissenschaften von Metallen, Keramiken, Halbleitern und Polymeren; Erste Erfahrungen in der Durchführung wissenschaftlicher Forschung.

Modulblock „Elective Modules“

Modul “Materials and Processes in Microelectronics”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls werden die Studierenden:

- (i) die grundlegenden Anwendungskonzepte von Nicht-Halbleiter- und Halbleitermaterialien in modernen mikroelektronischen Komponenten und Geräten benennen und erklären können,
- (ii) die technologischen Prozesse und die dabei hergestellten Materialien beschreiben und anwenden können,
- (iii) aktuelle Fragestellungen, Trends und Einschränkungen in der Mikroelektronik analysieren und kritisch bewerten können,
- (iv) Fortschritte und innovative Ansätze formulieren sowie strategische Konzepte und zukünftige Technologien in der Nanoelektronik entwerfen können.

Erwartete Vorkenntnisse: Umfassendes Wissen in Werkstoff- und Festkörperphysik von Metallen, Keramiken und Halbleitern. Grundkenntnisse und Fähigkeiten in den digitalen Wissenschaften und der Statistik sowie im Bereich der Elektrotechnik und Elektronik.

Modul “Atomistic Materials Modelling”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls werden die Studierenden:

- (i) modernste atomistische Modellierungsmethoden wie DFT (Dichtefunktionaltheorie), MD (Molekulardynamik) und MC (Monte-Carlo-Simulation) verstehen, und deren Anwendungsbereiche sowie Grenzen kritisch beurteilen können,
- (ii) Praktische Erfahrung in der Anwendung dieser Methoden auf aktuelle Probleme der Materialphysik und der physikalischen Metallurgie erworben haben. Dazu gehören die Erstellung von Simulationsmodellen, deren Ausführung mit wissenschaftlicher Software, die Auswertung der Berechnungen und die kritische Interpretation der Ergebnisse,
- (iii) hochspezialisierten Kenntnissen über die Interpretation der elektronischen Struktur von Werkstoffen, strukturelle, thermische und mechanische Eigenschaften, Phononen, Defekte wie Versetzungen und Grenzflächen sowie thermokinetische Modelle für Diffusion und Segregation erworben haben,
- (iv) wissenschaftliche Python-Tools für Berechnungen und Datenverarbeitung in Cloud-Umgebungen verwenden können.

Erwartete Vorkenntnisse: Grundkenntnisse in Thermodynamik, statistischer Physik und Quantenmechanik. Grundkenntnisse in Kristallographie. Grundlegende Programmierkenntnisse.

Modul “Atomic-scale Materials Characterisation”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- (i) grundlegende Oberflächen- und Probenvorbereitungsstrategien für AFM, SPM, TEM und APT-Proben unterscheiden,

- (ii) die grundlegenden Prinzipien der Bildentstehung in der Transmissionselektronenmikroskopie unterscheiden und anhand von Beispielen interpretieren,
- (iii) die Arbeitsmodi und die Erstellung von Analyse-Strategien für die Atomsonden-Tomographie (APT) argumentieren,
- (iv) Informationen aus atomistischen Datensätzen extrahieren, bewerten und interpretieren,
- (v) komplementäre Techniken für umfassende atomistische Informationen kritisch planen,
- (vi) theoretischer Kristallstrukturdaten mit experimentellen Beobachtungen zusammenführen,
- (vii) eine Präsentation eines ausgewählten Falls entwerfen, der die atomistische Materialstruktur mit resultierenden Eigenschaften in der Materialwissenschaft verbindet.

Erwartete Vorkenntnisse: *Umfassendes Wissen über Werkstoffe, Mikrostrukturen und die Ableitung ihres Einflusses auf die mechanischen Eigenschaften. Grundlegendes Verständnis von Werkstoffcharakterisierungsmethoden.*

Modul “Materials in Extreme Environments”: 5 ECTS

Lernergebnisse: *Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:*

- (i) das Werkstoffverhalten bei Strahlung, hohen und/oder niedrigen Temperaturen bewerten,
- (ii) hochschmelzende Metalle für deren Anwendung und Materialien für nuklearen Einsatz auswählen,
- (iii) neue Testaufbauten für extreme Umgebungen designen,
- (iv) mit hochspezialisiertem Wissen das Degradationsverhalten von Metallen, Keramiken und Kunststoffen beurteilen.

Erwartete Vorkenntnisse: *Umfassendes Wissen, -fähigkeiten und -kenntnisse für Bachelor-Ingenieure (Mathematik, Physik, Chemie, Technische Mechanik, Thermodynamik, Metallische Werkstofftechnik).*

Modul “Hard Materials and Composites”: 5 ECTS

Lernergebnisse: *Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:*

- (i) die Wahl spezifischer Materialien für ausgewählte Anwendungen begründen und kritisch bewerten,
- (ii) die Leistungsfähigkeit von Keramikmatrix-Verbundwerkstoffen, Laminaten und Hartmetallen auf der Grundlage von prozess- und werkstoffbezogenen Eigenschaften interpretieren,
- (iii) komplexe Forschungsaufgaben konzipieren und neue strategische Ansätze entwickeln,
- (iv) Potenziale für Materialinnovationen im Bereich Keramikmatrix-Verbundwerkstoffe, Laminat und Hartmetalle anhand einer kritischen Beurteilung des bestehenden Wissens identifizieren.

Erwartete Vorkenntnisse: Schlüsselwissen, Fähigkeiten und Kompetenzen auf Bachelor-Niveau in den Bereichen Verarbeitung von Metallen, Keramiken und Polymeren, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen von Materialien sowie mechanisches Verhalten von Materialien.

Modul “Materials for Energy”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- (i) Werkstoffklassen und Synthesemethoden kategorisieren,
- (ii) die Bedeutung der Werkstoffauswahl für Energieumwandlungs- und Speichersysteme kritisch beurteilen und bewerten,
- (iii) Anforderungsprofile formulieren und designen, die Materialien für verschiedene Energieumwandlungs- und Speichersysteme erfüllen müssen,
- (iv) Wissensfragen im Bereich der Werkstoffauswahl für die Energietechnik, einschließlich zukünftiger Potenziale und der gegenwärtigen Anwendbarkeitsgrenzen, bewerten,
- (v) spezialisierte Problemlösungsfähigkeiten entwickeln, die in der Forschung zur Werkstoffauswahl für die Energietechnik erforderlich sind, um die Grundlage für neue Forschungsergebnisse und zukünftige Materialinnovationen zu schaffen,
- (vi) komplexe, unvorhersehbare Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten entwerfen und durchführen, die neuartige strategische Ansätze erfordern.

Erwartete Vorkenntnisse: Umfassendes Wissen in Werkstoff- und Festkörperphysik von Metallen, Keramiken und Halbleitern. Grundkenntnisse und Fähigkeiten in den digitalen Wissenschaften und der Statistik sowie im Bereich der Quantenmechanik und Festkörperphysik, Werkstofftechnik; Werkstoffcharakterisierung und –prüfung.

Modul “Interfaces and Devices in Microelectronics”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls werden die Studierenden:

- (i) Schlüsselkonzepte, fortgeschrittene Themen und neue Trends an der Spitze der Mikro- und Nanoelektronik erklären können,
- (ii) die Fähigkeit besitzen, Material- und Schnittstelleneigenschaften mit der Funktionalität mikroelektronischer Geräte zu verknüpfen, mit Schwerpunkt auf Materialinnovationen,
- (iii) in der Lage sein, Grenzflächen und deren Bandstrukturen kritisch zu analysieren, die in der Mikroelektronik relevant sind,
- (iv) funktionale mikro- und nanoelektronische Schnittstellen entwerfen können, mit Schwerpunkt auf der Problemlösung für integrierte Schaltkreise, Sensoren und zukünftige Technologien.

Erwartete Vorkenntnisse: Grundlegende Schlüsselkenntnisse, -fertigkeiten und -kompetenzen für Ingenieure in Mathematik, Physik und Chemie. Umfassendes Wissen in Werkstoff- und Festkörperphysik von Metallen, Keramiken und Halbleitern. Grundkenntnisse und Fähigkeiten in den digitalen Wissenschaften sowie im Bereich der Elektrotechnik und Elektronik.

Modul “Metals in Applications”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- (i) neue Werkzeugstähle entwickeln,
- (ii) mit fortgeschrittenem Wissen Seltenen Erden und Metalle für verschiedene Anwendungen auswählen,
- (iii) Konzepte für die Werkstoffauswahl in der Automobilindustrie erstellen,
- (iv) die Anwendbarkeit von Legierungen für spezifische Anforderungen beurteilen.

Erwartete Vorkenntnisse: Umfassendes Wissen, -fähigkeiten und -kenntnisse für Bachelor-Ingenieure (Mathematik, Physik, Chemie, Technische Mechanik, Thermodynamik, Metallische Werkstofftechnik).

Modul “Meso-scale Materials Modelling”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- (i) die grundlegenden Konzepte der Thermodynamik und Kinetik erklären, die für die Mikrostrukturberechnung von Materialien relevant sind,
- (ii) thermodynamische Berechnungen von Phasendiagrammen und Vorhersage der Phasenstabilität unter Verwendung von CALPHAD-basierten Methoden durchführen,
- (iii) kinetische Modellierungstechniken zur Simulation von Phasenumwandlungen, Diffusion und Mikrostrukturentwicklung einsetzen,
- (iv) Branchenübliche Softwaretools wie Thermo-Calc, MatCalc und JMatPro verwenden,
- (v) Phasenfeldmethoden zur Simulation der Mikrostrukturentwicklung einsetzen.

Erwartete Vorkenntnisse: Grundkenntnisse der Thermodynamik und statistischen Physik, Grundlagen der Metallkunde, Prinzipien der Kristallographie und der Kristalldefekte.

Modul “Continuum Materials Modelling”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- (i) die Grundgleichung der Finite-Elemente-Methode (FEM) aus physikalischen Randwertproblemen ableiten,
- (ii) Randbedingungen in die Grundgleichung der FEM einbeziehen und das endgültige System algebraischer Gleichungen formulieren,
- (iii) mit kommerzieller Finite Elemente Software umgehen sowie ein Skript für ein gängiges Finite-Elemente-Programm erstellen,
- (iv) (visko-)elastische Materialgesetze unter Verwendung konstitutiver Gleichungen und interner Variablen formulieren,
- (v) ratenunabhängiger und ratenabhängiger Plastizitätsmodelle inklusive linearer und kinematischer Verfestigungsgesetze formulieren,

(vi) die konstitutiven Gleichungen in ein Finite-Elemente-Programm implementieren.

Erwartete Vorkenntnisse: *Umfassende Kenntnisse in Vektor- und Tensorrechnung sowie in der Werkstoffmechanik.*

Modul “Correlative Materials Analysis”: 5 ECTS

Lernergebnisse: *Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:*

(i) die Anwendbarkeit von Synchrotronmethoden für materialwissenschaftliche Fragestellungen bewerten,

(ii) Ansätzen zur Untersuchung transienter Materialzustände unterscheiden und deren Vor- und Nachteile erörtern,

(iii) skalenübergreifenden mechanischen Materialanalyseansätzen interpretieren,

(iv) die digitale Bildkorrelation zur Messung der lokalen Dehnung anwenden und die Ergebnisse interpretieren,

(v) Korrelationen zwischen lokalen chemischen und strukturellen Informationen und den Materialeigenschaften kritisch interpretieren,

(vi) ausgewählter korrelierter Datensätze mit Open-Source-Software analysieren und die Ergebnisse interpretieren.

Erwartete Vorkenntnisse: *Umfassendes Wissen über Werkstoffe, Mikrostrukturen und die Ableitung ihres Einflusses auf die mechanischen Eigenschaften. Grundlegendes Verständnis von Werkstoffcharakterisierungsmethoden.*

Modul “Additive Manufacturing”: 5 ECTS

Lernergebnisse: *Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:*

(i) die additive Fertigung (AM) von Metallen und Keramiken nach materialwissenschaftlichen Aspekten beurteilen,

(ii) die Wahl spezifische AM-Prozesse und Materialien für ausgewählte Bauteile kritisch bewerten und begründen,

(iii) die Leistungsfähigkeit von AM-gefertigten Komponenten auf der Grundlage von prozess- und materialbezogenen Eigenheiten beurteilen,

(iv) komplexe Forschungs- und Entwicklungsaufgaben im Bereich AM konzipieren und durchführen sowie neue strategische Ansätze entwickeln,

(v) ökonomische Prozessketten mit Hilfe der additiven Fertigung aufbauen.

Erwartete Vorkenntnisse: *Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen auf Bachelor-Niveau in den Bereichen Verarbeitung von Metallen, Keramiken und Polymeren, Struktur-Eigenschafts-Beziehungen von Materialien sowie mechanisches Verhalten von Materialien.*

Modul “Advanced Materials Testing”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über:

- (i) fundiertes, hochspezialisiertes Wissen im Bereich der modernen Materialprüfung, welches die Grundlage für innovatives Denken sowie die Entwicklung neuer materialprüfrelevanter Forschungsansätze unter labor- und anwendungsnahen Bedingungen bildet,
- (ii) ausgeprägtes kritisches Bewusstsein für zentrale Fragestellungen auf dem Gebiet der modernen Werkstoffprüfung, einschließlich der Bewertung zukünftiger Potenziale und der Analyse gegenwärtiger Grenzen der Anwendbarkeit (im speziellen bei operando Bedingungen, wie Temperaturen oder elektrochemischen Umgebungen).
- (iii) hochentwickelte Problemlösungskompetenz, die in der Forschung im Bereich moderner Werkstoffprüfung erforderlich ist und die Basis für die Gewinnung neuer wissenschaftlicher Erkenntnisse, der Korrelation zwischen Materialeigenschaften (mechanisch, funktional) und Werkstoffaufbau sowie die Entwicklung zukünftiger Materialinnovationen bildet.

Erwartete Vorkenntnisse: Fundamentale Schlüsselkenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen für Ingenieure auf Bachelor-Niveau (Mathematik, Physik, Chemie, Technische Mechanik); Grundlagen der Materialtechnologie sowie der Materialcharakterisierung und insbesondere der mechanischen Prüfung von Metallen, Keramiken und Halbleitern.

Modul “Biomaterials and Soft Matter”: 5 ECTS

Lernergebnisse: Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden:

- (i) die grundlegenden physikalisch-chemischen Eigenschaften von Kolloidsystemen und weicher Materie und insbesondere deren Selbstorganisation beschreiben und erklären,
- (ii) wichtige Biopolymere (Proteine, Polysaccharide, Lipide) und deren Relevanz für die Materialwissenschaft nennen und beschreiben,
- (iii) die Zusammensetzung und (hierarchische) Struktur wichtiger biologischer Materialien (z.B. Knochen, Holz, Perlmutter) beschreiben,
- (iv) mechanische und funktionale Eigenschaften biologischer Materialien im Kontext ihrer hierarchischen Struktur verstehen,
- (v) strukturelle Prinzipien biologischer Materialien für die Entwicklung und Herstellung neuer funktionaler (bioinspirierter) Materialien abstrahieren.

Erwartete Vorkenntnisse: Grundkenntnisse in Physik, physikalischer Chemie und Materialwissenschaft. Grundlagen der strukturellen und funktionalen Materialien sowie Festkörperphysik und Thermodynamik auf Bachelor-Niveau.

ANHANG B: LEHRVERANSTALTUNGSARTEN FÜR DIE ABSOLVIERUNG VON FREIEN WAHLFÄCHERN

Freie Wahlfächer können als Module oder in Form folgender Lehrveranstaltungsarten absolviert werden:

1. **Vorlesungen** (VO) sind Lehrveranstaltungen, bei denen die Wissensvermittlung durch Vortrag der Lehrenden erfolgt. Die Prüfung findet in einem einzigen Prüfungsvorgang statt, der mündlich oder schriftlich oder schriftlich und mündlich stattfinden kann.
2. In **Übungen** (UE) sind konkrete Aufgabenstellungen rechnerisch, konstruktiv oder experimentell zu bearbeiten.
3. **Seminare** (SE) dienen der wissenschaftlichen Diskussion. Von den Studierenden werden eigene Beiträge geleistet.
4. **Privatissima** (PV) sind spezielle Forschungsseminare für Studierende im Rahmen ihrer wissenschaftlichen Abschlussarbeiten.
5. **Konversatorien** (KO) sind Lehrveranstaltungen in Form von Diskussionen und Anfragen an die Lehrenden.
6. **Repetitorien** (RE) sind Wiederholungskurse, die den gesamten Stoff einer oder mehrerer Lehrveranstaltungen umfassen. Den Studierenden ist in Repetitorien Gelegenheit zu geben, Wünsche über die zu behandelnden Teilbereiche zu äußern.
7. **Exkursionen** (EX) tragen zur Veranschaulichung und Vertiefung der erworbenen Kenntnisse, Fertigkeiten und Kompetenzen bei.
8. **Integrierte Lehrveranstaltungen** (IV) sind Kombinationen aus der Vermittlung theoretischer Inhalte mit Lehrveranstaltungen gemäß Z 1 bis 5, die didaktisch eng miteinander verknüpft sind und gemeinsam beurteilt werden. Integrierte Lehrveranstaltungen sind innerhalb eines Semesters abzuschließen.
9. **Vorlesungen mit integrierten Übungen** (VU) sind Lehrveranstaltungen, die aus einem prüfungsimmanenten Übungsteil und einem Vorlesungsteil bestehen, der in einem Prüfungsvorgang geprüft wird. Der Übungs- und der Vorlesungsteil werden gemeinsam beurteilt. Die positive Absolvierung des Übungsteils ist Voraussetzung für den Antritt zur Teilprüfung über den Vorlesungsteil. Der minimale Vorlesungs- bzw. Übungsanteil darf ein Viertel des Gesamtumfanges der gesamten Lehrveranstaltung nicht unterschreiten.
10. In **Geländeübungen** (GU) wird die selbstständige Durchführung von Datenaufnahme und fachspezifischen Experimenten im Gelände zur Kartierung des Untergrunds vermittelt.