

Mitteilungsblatt

der Universität Innsbruck

<https://www.uibk.ac.at/universitaet/mitteilungsblatt/>

Studienjahr 2024/2025

Ausgegeben am 12. Juni 2025

72. Stück

651. Curriculum für das **Masterstudium Material- und Nanowissenschaften** an der Fakultät für Chemie und Pharmazie der Universität Innsbruck (Neuerlassung 2025)

Das Mitteilungsblatt erscheint jeweils am 1. und 3. Mittwoch jeden Monats.

Eigentümer, Herausgeber, Vervielfältigung und Vertrieb: Büro der Rektorin der Universität Innsbruck, Innrain 52, A-6020 Innsbruck. Für den Inhalt verantwortlich: Dr. Veronika Allerberger-Schuller

Anlage zum Mitteilungsblatt der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck vom 12.06.2025, 72. Stück, Nr. 651

Beschluss der Curriculum-Kommission an der Fakultät für Chemie und Pharmazie vom 03.06.2025, genehmigt mit Beschluss des Senats vom 05.06.2025:

Aufgrund des § 25 Abs. 1 Z 10a des Universitätsgesetzes 2002, BGBI. I Nr. 120/2002, idgF, und des § 41 des Satzungsteiles "Studienrechtliche Bestimmungen", verlautbart im Mitteilungsblatt der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck vom 10.02.2022, 17. Stück, Nr. 277, idgF, wird verordnet:

Curriculum für das
Masterstudium Material- und Nanowissenschaften
an der Fakultät für Chemie und Pharmazie der Universität Innsbruck

(Neuerlassung 2025)

Inhaltsverzeichnis

- § 1 Zuordnung des Studiums
- § 2 Zulassung
- § 3 Qualifikationsprofil
- § 4 Umfang und Dauer
- § 5 Sprache
- § 6 Lehrveranstaltungsarten und Teilungszahlen
- § 7 Verfahren zur Vergabe der Plätze bei Lehrveranstaltungen mit Teilnahmebeschränkung
- § 8 Aufbau des Studiums
- § 9 Pflicht- und Wahlmodule
- § 10 Masterarbeit
- § 11 Prüfungsordnung
- § 12 Akademischer Grad
- § 13 Inkrafttreten
- § 14 Übergangsbestimmungen

§ 1 Zuordnung des Studiums

Das Masterstudium Material- und Nanowissenschaften ist gemäß § 54 Abs. 1 Universitätsgesetz 2002 – UG der Gruppe der naturwissenschaftlichen Studien zugeordnet.

§ 2 Zulassung

- (1) Die Zulassung zum Masterstudium Material- und Nanowissenschaften setzt den Abschluss eines fachlich in Frage kommenden Bachelorstudiums oder eines fachlich in Frage kommenden Fachhochschul-Bachelorstudienganges oder eines anderen gleichwertigen Studiums an einer anerkannten inländischen oder ausländischen postsekundären Bildungseinrichtung voraus.
- (2) Als fachlich in Frage kommendes Studium gilt jedenfalls der Abschluss der Bachelorstudien Bau- und Umweltingenieurwissenschaften, Chemie, Lehramtsstudium Unterrichtsfach Chemie, Physik, Lehramtsstudium Unterrichtsfach Physik, Pharmazie, Erdwissenschaften, Geo- und Atmospärenwissenschaften oder Mechatronik an der Universität Innsbruck. Über das Vorliegen eines anderen fachlich in Frage kommenden Studiums entscheidet das Rektorat gemäß § 64 Abs. 3 UG.
- (3) Zum Ausgleich wesentlicher fachlicher Unterschiede können Ergänzungsprüfungen im Umfang von max. 30 ECTS-Anrechnungspunkten (im Folgenden: ECTS-AP) vorgeschrieben werden, die bis zum Ende des zweiten Semesters des Masterstudiums abzulegen sind.

§ 3 Qualifikationsprofil

- (1) Fachliche Qualifikationen:

Die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiums Material- und Nanowissenschaften

- verfügen über vertiefte theoretische und experimentelle Kenntnisse in der Materialwissenschaft mit besonderem Fokus auf funktionale und nanostrukturierte Materialien. Sie beherrschen den Umgang mit komplexen Materialsystemen ebenso wie das Verständnis für grundlegende physikalisch-chemische Zusammenhänge.
- sind in der Lage, chemische und physikalische Materialeigenschaften umfassend zu analysieren (z. B. mechanisch, magnetisch, elektrisch, optisch) und geeignete Methoden zur Synthese, Bearbeitung und Charakterisierung auszuwählen und anzuwenden. Dabei setzen sie moderne Simulations- und Auswertetools gezielt ein.
- beherrschen moderne Analysetechniken wie Rasterelektronenmikroskopie, Röntgendiffraktometrie, Raman-Spektroskopie sowie ergänzende Verfahren zur Oberflächen-, Phasen- und Strukturaufklärung. Sie können komplexe experimentelle Daten kritisch bewerten und fundiert interpretieren.
- kombinieren theoretische Modelle mit praktischer Forschung, erkennen relevante materialwissenschaftliche Fragestellungen und sind fähig, diese selbstständig und auf hohem wissenschaftlichem Niveau zu bearbeiten. Dabei steht die interdisziplinäre Herangehensweise im Vordergrund.
- sind in relevanten Anwendungsfeldern wie Oberflächenanalytik, Nano- und Festkörperphysik, biomedizinische Materialien oder energiebezogene Funktionalitäten spezialisiert und können ihr Profil gezielt auf individuelle Karriereziele ausrichten.

- (2) Allgemeine Qualifikationen:

Die Absolventinnen und Absolventen

- weisen eine ausgeprägte wissenschaftliche Kommunikationskompetenz (z. B. in Berichten, Publikationen, Präsentationen) auf und sind geübt im Umgang mit wissenschaftlicher Fachliteratur sowie in der Präsentation von Forschungsergebnissen vor Fachpublikum.
- arbeiten lösungsorientiert, analysieren komplexe Zusammenhänge mit wissenschaftlicher Systematik und sind in der Lage, Forschung im ethischen, gesellschaftlichen und ökologischen Kontext zu reflektieren. Dies umfasst insbesondere Fragen zu Umwelt- und Gesundheitsauswirkungen neuer Materialien.
- sind teamfähig, interdisziplinär vernetzt und können Projekte eigenverantwortlich planen, durchführen und erfolgreich abschließen. Sie verfügen über Kompetenzen im Projekt- und Zeitmanagement sowie in der Koordination von Arbeiten in kollaborativen Forschungsteams.

- sind fähig, in internationalen und interkulturellen Forschungsumgebungen zu agieren und haben ein vertieftes Verständnis für die Dynamik globaler wissenschaftlicher Entwicklungen.
- (3) Berufliche Qualifikationen:
- Die Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiums Material- und Nanowissenschaften
- sind qualifiziert für Tätigkeiten in der industriellen und akademischen Forschung und Entwicklung, insbesondere in den Bereichen Werkstoffprüfung, Qualitätssicherung, Materialdesign, Prozessoptimierung und technische Beratung.
 - sind in der Lage, ihre materialwissenschaftliche Expertise in unterschiedlichsten Branchen (z. B. Chemie, Halbleitertechnik, Energietechnik, Biomedizin, Optik, Luft- und Raumfahrt) praxisnah einzusetzen und dabei technische, wirtschaftliche und nachhaltigkeitsbezogene Aspekte zu integrieren.
 - verfügen über Kompetenzen, die sie in Laboren, Prüfinstituten, Entwicklungsabteilungen sowie in innovationsgetriebenen Unternehmen zu gefragten Fachkräften machen – etwa beim Aufbau neuer Fertigungsverfahren, in der Materialprüfung oder im Technologietransfer.
- (4) Das Studium befähigt zur eigenständigen Durchführung und Leitung von Forschungsprojekten sowie zur wissenschaftlichen Weiterqualifikation, etwa in einem Doktoratsstudium im Bereich der Materialwissenschaften oder verwandter Disziplinen.

§ 4 Umfang und Dauer

Das Masterstudium Material- und Nanowissenschaften umfasst 120 ECTS-Anrechnungspunkte (ECTS-AP); das entspricht einer Studiendauer von vier Semestern. Ein ECTS-Anrechnungspunkt entspricht einer Arbeitsbelastung von 25 Stunden.

§ 5 Sprache

Das Masterstudium Material- und Nanowissenschaften wird in englischer Sprache angeboten.

§ 6 Lehrveranstaltungsarten und Teilungszahlen

- (1) Nicht-prüfungsimmanente Lehrveranstaltungen:
- Vorlesungen (VO)** sind vorwiegend im Vortragsstil gehaltene Lehrveranstaltungen. Sie vermitteln Inhalte, Methoden und Lehrmeinungen eines Fachs. Teilungszahl: keine
- (2) Prüfungsimmanente Lehrveranstaltungen:
1. **Praktika (PR)** dienen zur praxisorientierten Ergänzung der Berufsvorbildung oder wissenschaftlichen Ausbildung. Teilungszahl: 10
 2. **Proseminare (PS)** führen interaktiv in die wissenschaftliche Fachliteratur ein und behandeln exemplarisch fachliche Probleme. Sie vermitteln Kenntnisse und Methoden des wissenschaftlichen Arbeitens. Teilungszahl: 60
 3. **Seminare (SE)** dienen zur wissenschaftlichen Auseinandersetzung mit Inhalten, Methoden und Techniken eines oder mehrerer Fachgebiete samt Präsentation und Diskussion von Beiträgen der Studierenden. Teilungszahl: 60
 4. **Übungen (UE)** dienen zur praktischen Bearbeitung konkreter wissenschaftlicher Aufgaben eines Fachgebietes. Teilungszahl: 20
 5. **Vorlesungen verbunden mit Übungen (VU)** dienen zur praktischen Bearbeitung konkreter Aufgaben eines Fachgebiets, die sich in Zusammenhang mit dem Vorlesungsteil stellen. Teilungszahl: 60

§ 7 Verfahren zur Vergabe der Plätze bei Lehrveranstaltungen mit Teilnahmebeschränkung

Bei Lehrveranstaltungen mit einer beschränkten Zahl von Teilnehmerinnen und Teilnehmern werden die Plätze wie folgt vergeben:

1. Studierende, denen aufgrund der Zurückstellung eine Verlängerung der Studienzeit erwachsen würde, sind bevorzugt zuzulassen.
2. Reicht Kriterium Z 1 zur Regelung der Zulassung zu einer Lehrveranstaltung nicht aus, so sind an erster Stelle Studierende, für die diese Lehrveranstaltung Teil eines Pflichtmoduls ist, und an zweiter Stelle Studierende, für die diese Lehrveranstaltung Teil eines Wahlmoduls ist, zuzulassen.
3. Reichen die zuvor angeführten Kriterien zur Regelung der Zulassung zu einer Lehrveranstaltung nicht aus, so werden die vorhandenen Plätze verlost.

§ 8 Aufbau des Studiums

Das Masterstudium Material- und Nanowissenschaften unterteilt sich in folgende Gruppen von Modulen:

(1) Pflichtmodule der Disziplinen Anorganische Chemie, Physikalische Chemie, Mineralogie, Pharmazeutische Technologie, Physik, Materialtechnologie und Theoretische Materialwissenschaften (65 ECTS-AP) sowie Pflichtmodule Vorbereitung der Masterarbeit (7,5 ECTS-AP) und Verteidigung der Masterarbeit (2,5 ECTS-AP).

| Pflichtmodule | SSt | ECTS-AP |
|---|-----|---------|
| 1. Pflichtmodul: Einführung in die Materialwissenschaften | 5 | 10 |
| 2. Pflichtmodul: Material- und nanowissenschaftliche Strukturwerkstoffe | 5 | 9 |
| 3. Pflichtmodul: Phasen und Phasenübergänge | 4 | 5 |
| 4. Pflichtmodul: Strukturen kristalliner Materialien | 5 | 7,5 |
| 5. Pflichtmodul: Mechanische Eigenschaften | 3 | 5 |
| 6. Pflichtmodul: Mikroskopie von Mikro- und Nanostrukturen | 5 | 5 |
| 7. Pflichtmodul: Elektrochemie und Korrosion | 5 | 5 |
| 8. Pflichtmodul: Spektroskopie und Gruppentheorie | 4 | 5 |
| 9. Pflichtmodul: Grundlagen und Technologie von Festkörpern, Polymere Materialien | 6 | 8,5 |
| 10. Pflichtmodul: Computerunterstützte Materialwissenschaften | 4 | 5 |
| 11. Pflichtmodul: Vorbereitung der Masterarbeit | | 7,5 |
| 12. Pflichtmodul: Verteidigung der Masterarbeit (Defensio) | | 2,5 |

(2) Wahlmodule der fachlichen Spezialisierung aus den Disziplinen Anorganische Chemie, Physikalische Chemie, Mineralogie, Pharmazeutische Technologie, Physik, Textilchemie und Textilphysik, Materialtechnologie und Theoretische Materialwissenschaften.

Aus diesen Wahlmodulen sind Module im Umfang von 20 ECTS-AP zu absolvieren.

| Wahlmodule der fachlichen Spezialisierung | SSt | ECTS-AP |
|---|------------|----------------|
| 1. Wahlmodul: Cluster und Nanoteilchen | 3 | 5 |
| 2. Wahlmodul: Dünnschicht-Photovoltaik | 4 | 5 |
| 3. Wahlmodul: Materialanalytik | 4 | 5 |
| 4. Wahlmodul: Hochdruck-Synthese und -Verfahren | 4 | 5 |
| 5. Wahlmodul: Hochdruck-Festkörperchemie | 3 | 5 |
| 6. Wahlmodul: Kompositwerkstoffe | 4 | 5 |
| 7. Wahlmodul: Gekoppelte Prozesse in Materialien | 4 | 5 |
| 8. Wahlmodul: Textile Materialien | 4 | 5 |
| 9. Wahlmodul: Moderne Funktionstextilien | 4 | 5 |
| 10. Wahlmodul: Funktionale Materialien der Zukunft | 5 | 7,5 |
| 11. Wahlmodul: Farbmittel – Additive | 3 | 5 |
| 12. Wahlmodul: Theoretische Methoden in den Materialwissenschaften | 4 | 5 |
| 13. Wahlmodul: Angewandte Mineralogie | 4 | 5 |
| 14. Wahlmodul: Kristallographie für Fortgeschrittene | 4 | 5 |
| 15. Wahlmodul: Physikalisch-chemische Mineralogie | 4 | 5 |
| 16. Wahlmodul: Nanostrukturen und Grenzflächen in Energietechnik, Katalyse und Elektrochemie | 5 | 5 |
| 17. Wahlmodul: Grenzflächen- und Materialanalytik, Kryo-physikalische Chemie und Materialwissenschaftliches Seminar | - | 5 |
| 18. Wahlmodul: Praxis | - | 5 |

(3) Wahlmodul: Allgemeine Kompetenzen.

Aus diesem Wahlmodul sind Lehrveranstaltungen im Umfang von 5 ECTS-AP zu absolvieren.

| Wahlmodul: Allgemeine Kompetenzen | SSt | ECTS-AP |
|--|------------|----------------|
| Wahlmodul: Allgemeine Kompetenzen | - | 5 |

§ 9 Pflicht- und Wahlmodule

(1) Pflichtmodule:

| 1. | Pflichtmodul: Einführung in die Materialwissenschaften | SST | ECTS-AP |
|----|--|----------|-----------|
| a. | VU Physik für Materialwissenschaften Physikalische Konzepte und Gesetze mit Schwerpunkt auf deren Anwendung in der Materialwissenschaft; Berechnungen in den Bereichen Mechanik, Elektrostatik, Elektrodynamik, Optik, quantenmechanische Modellsysteme (harmonischer Oszillator, Teilchen im Kasten), Atomphysik, Molekülphysik, Festkörperphysik | 2 | 4 |
| b. | VU Chemie für Materialwissenschaft Gesetze und Zusammenhänge der Chemie im Hinblick auf die Werkstoffkunde; Struktur von Materialien und die daraus resultierenden Eigenschaften; strukturelle Anpassungen durch unterschiedliche Syntheseverfahren; Einführung in elektrische, thermische, magnetische und optische Eigenschaften mit Schwerpunkt auf Keramiken, Metalle, Gläser und Polymere | 1 | 2 |
| c. | VU Mineralogie und Kristallographie für die Materialwissenschaft Konzepte der Kristallographie: Fernordnung, Einheitszelle, Bravais-Gitter, Punktgruppen- und Raumgruppensymmetrie und Grundlagen der Röntgenbeugung. Einteilung der Minerale; wichtigste und häufigste Minerale | 1 | 2 |
| d. | VU Grundlagen der Materialtechnologie Materialeigenschaften und Charakterisierungsmethoden (mechanisch, thermisch, elektrisch, magnetisch); Zusammensetzung und Mikrostruktur von Materialien und deren Einfluss auf die effektiven Materialeigenschaften; Einführung in wichtige metallische, keramische, Polymer-, Halbleiter- und Verbundwerkstoffe; Systematik der Materialauswahl | 1 | 2 |
| | Summe | 5 | 10 |
| | Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage, ad a.: physikalische Konzepte und Gesetze aus Mechanik, Elektrostatik, Elektrodynamik, Optik und Festkörperphysik im Kontext materialwissenschaftlicher Fragestellungen anzuwenden, quantenmechanische Modellsysteme wie den harmonischen Oszillator und das Teilchen im Kasten zu analysieren und ihre Bedeutung für Atom-, Molekül- und Festkörperphysik zu erläutern ad b.: chemische Gesetzmäßigkeiten hinsichtlich Struktur und Eigenschaften von Werkstoffen zu erklären, strukturelle Anpassungen durch unterschiedliche Syntheseverfahren zu beurteilen und elektrische, thermische, magnetische und optische Eigenschaften von Materialien wie Keramiken, Metallen, Gläsern und Polymeren vergleichend zu analysieren ad c.: kristallographische Konzepte wie Fernordnung, Einheitszellen, Bravais-Gitter, Punkt- und Raumgruppensymmetrie zu beschreiben und diese zur Klassifikation und Analyse der wichtigsten Mineralklassen unter Einbeziehung der Grundlagen der Röntgenbeugung systematisch anzuwenden ad d.: Materialeigenschaften mittels mechanischer, thermischer, elektrischer und magnetischer Charakterisierungsmethoden zu untersuchen, Zusammensetzung und Mikrostruktur von Materialien hinsichtlich ihrer Auswirkung auf funktionale Eigenschaften zu bewerten und die Systematik der Auswahl metallischer, keramischer, polymerer, halbleitender und Verbundwerkstoffe differenziert zu begründen. | | |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | |

| 2. | Pflichtmodul: Material- und nanowissenschaftliche Strukturwerkstoffe | SSt | ECTS-AP |
|----|---|----------|----------|
| a. | VO Materialwissenschaftliche Mineralogie Materialklassen und Herstellungsverfahren in der Baustoff-, Glas- und Keramikindustrie; nichthydraulische Bindemittel | 3 | 6 |
| b. | VO Festkörperchemie II Materialwissenschaftlich relevante "Anorganische Funktionsmaterialien": Struktur-Eigenschaftsbeziehungen in verschiedenen Substanzklassen (Hartstoffe und hocheffiziente anorganische Leuchtstoffe für Hochleistungsanwendungen), deren Synthese sowie technisch relevante elektronische, optische und magnetische Eigenschaften | 2 | 3 |
| | Summe | 5 | 9 |
| | Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage, ad a.: praxisnahe Zusammenhänge zwischen chemischer Zusammensetzung, Kristallstruktur und physikalischen Eigenschaften wichtiger Produkte der technischen Mineralogie zu verstehen und sie kennen die Prozessabläufe bei deren Herstellung. ad b.: Wissen und Verständnis von materialwissenschaftlich relevanten anorganischen Funktionsmaterialien und ihrer Struktur-Eigenschaftsbeziehungen anzuwenden, einschließlich Hartstoffe, hocheffiziente anorganische Leuchtstoffe und technisch relevante elektronische, optische und magnetische Eigenschaften; kritische Bewertungen und Schlussfolgerungen bezüglich der Struktur-Eigenschaftsbeziehungen verschiedener Substanzklassen in der anorganischen Chemie zu ziehen, einschließlich technisch relevanter Materialien, anorganischer Leuchtstoffe und ihrer Anwendungen in Hochleistungsanwendungen. | | |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | |

| 3. | Pflichtmodul: Phasen und Phasenübergänge | SSt | ECTS-AP |
|----|---|----------|----------|
| a. | VO Phasenübergänge Thermodynamische Beschreibung und Klassifizierung von Phasenübergängen, Ordnungsparameter und kritische Phänomene, Keimbildung und Wachstum, Glasübergang; experimentelle Methoden zur Beobachtung von Phasenübergängen | 1 | 1,5 |
| b. | VU Phasendiagramme Interpretation von Phasendiagrammen aus den Bereichen Keramik und Metallurgie, thermodynamische Grundlagen zur Berechnung von Phasenbeziehungen, thermodynamische Mischungsmodelle für Festkörper | 1 | 1,5 |
| c. | PR Experimentelle Untersuchung von Phasenübergängen Bestimmung von latenten Wärmen, Wärmekapazitäten, Ausdehnungskoeffizienten, Kompressibilitäten, kritischen Phänomenen, Fest-Fest-Übergängen, Bestimmung von Glasübergängen, Kaltkristallisation und Gefrierkonzentration, P-V-T-Analysen von Fluideinschlüssen, thermoanalytische Verfahren, Dilatometrie, Heizmikroskopie, Kalorimetrie, Hoch- und Tieftemperaturdiffraktion, Hochtemperaturdiffraktion und Ramanspektroskopie, Hochdruckbeugung und Spektroskopie | 2 | 2 |
| | Summe | 4 | 5 |
| | Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage: ad a.: thermodynamische Konzepte zur Beschreibung und Klassifikation von Phasenübergängen anzuwenden, Ordnungsparameter und kritische Phänomene zu analysieren, Prozesse wie | | |

| | |
|--|--|
| | <p>Keimbildung, Wachstum und Glasübergang zu erklären und geeignete experimentelle Methoden zur Beobachtung dieser Übergänge auszuwählen und zu bewerten ad b.: Phasendiagramme aus der Keramik und Metallurgie zu interpretieren, thermodynamische Grundlagen zur Berechnung von Phasenbeziehungen anzuwenden und thermodynamische Mischungsmodelle für Festkörper differenziert zu erklären ad c.: latente Wärme, Wärmekapazitäten, Ausdehnungskoeffizienten und Kompressibilitäten experimentell zu bestimmen, kritische Phänomene sowie Fest-Flüssig-Übergänge, Glasübergang und Kristallisationsprozesse mithilfe von Verfahren wie Dilatometrie, Kalorimetrie, Raman- und Hochtemperaturdiffraktion, P-V-T-Analyse und Spektroskopie zu analysieren und deren Eignung zur Untersuchung komplexer Phasenübergänge kritisch zu reflektieren.</p> |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine |

| 4. | Pflichtmodul: Strukturen kristalliner Materialien | SSt | ECTS-AP |
|----|---|----------|------------|
| a. | <p>VO Kristallographische Beugungsmethoden Theorie der Strukturbestimmung von Materialien mittels Beugung von Röntgenstrahlung, Synchrotronstrahlung, Neutronen und Elektronen; Verwendung kristallographischer Datenbanken</p> | 3 | 6 |
| b. | <p>PR Beugungsmethoden Methoden der Einkristall-Röntgenstrukturanalyse und Pulverdiffraktometrie durch praktisches Arbeiten; computergestützte Auswertung und Interpretation der Messergebnisse; Datenvisualisierung</p> | 2 | 1,5 |
| | Summe | 5 | 7,5 |
| | <p>Lernergebnisse: ad a. und b.: Die Studierenden kennen die theoretischen Grundlagen der Beugungsmethoden zur Strukturbestimmung von Materialien und können diese in der Praxis anwenden</p> | | |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | |

| 5. | Pflichtmodul: Mechanische Eigenschaften | SSt | ECTS-AP |
|----|--|----------|----------|
| a. | <p>VU Materialmechanik Grundlagen der Werkstoffmechanik (Spannungs-/Dehnungstensor, konstitutive Gesetze); Modellierung von elastischem, zeitabhängigen und inelastischen Verhalten (plastischem/Schädigungsverhalten) und deren Beziehung zu Prozessen und Beobachtungen auf feineren (atomaren/molekularen) Längenskalen</p> | 2 | 3 |
| b. | <p>PR Charakterisierung des mechanischen Materialverhaltens Methoden der Weg-/Kraftmessung; mechanische (zerstörende und zerstörungsfreie) Prüfverfahren einschließlich statischer, zyklischer und dynamischer Belastung; Interpretation von Testergebnissen und statistische Analyse; Bestimmung von Materialparametern aus Testdaten, die das elastische, zeitabhängige und inelastische Verhalten (plastische/Schädigungsverhalten) von Materialien beschreiben</p> | 1 | 2 |
| | Summe | 3 | 5 |
| | <p>Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage: ad a.: grundlegende Konzepte der Werkstoffmechanik einschließlich Spannungs- und Dehnungstensor sowie konstitutiver Gesetze zur Modellierung elastischer, zeitabhängiger und</p> | | |

| | |
|--|---|
| | inelastischer Materialverhaltensweisen zu erklären und diese mit Prozessen auf atomarer und molekularer Skala zu verknüpfen ad b.: mechanische Prüfmethoden zur Charakterisierung elastischen, plastischen und schädigungsrelevanten Verhaltens von Materialien unter statischer, zyklischer und dynamischer Belastung experimentell anzuwenden, Materialparameter aus Testdaten zu bestimmen und die Ergebnisse mithilfe statistischer Verfahren differenziert zu interpretieren. |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine |

| 6. | Pflichtmodul: Mikroskopie von Mikro- und Nanostrukturen | SSt | ECTS-AP |
|--------------|---|------------|----------------|
| a. | VO Rastersonden- und Elektronenmikroskopie Prinzipien und Arbeitsweise von Rastersondenmikroskopie, Atomkraft-Mikroskopie, Oberflächen-Potenzial-Mikroskopie, Electric-Force-Mikroskopie, Reibungsmikroskopie und Transmissionselektronenmikroskopie | 1 | 1,5 |
| b. | PR Rastersonden- und Elektronenmikroskopie Charakterisierung von Oberflächen im nanoskopischen Bereich und mit atomarer Auflösung unter Verwendung von Rastersondenmethoden, Untersuchung von Nanoteilchen und Schichtmaterialien mit Transmissionselektronenmikroskopie | 2 | 1 |
| c. | VU Optische Eigenschaften von Festkörpern Theorie des Brechungsindex, Spindeltischuntersuchung und richtungsabhängige Bestimmung des Brechungsindex von Einkristallen, Auflicht-, Dunkelfeld-, Phasenkontrast-, Interferenzkontrast- und Digitalmikroskopie; Farben von Festkörpern | 1 | 1,5 |
| d. | PR Optische Mikroskopie Grundlagen der optischen Polarisationsmikroskopie, Indikatrix; Untersuchung isotroper Medien, sowie optisch ein- und zweiachsiger Kristalle | 1 | 1 |
| Summe | | 5 | 5 |
| | Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage: ad a.: die Grundlagen und Anwendungen von Rastersondenmikroskopie, Rasterkraftmikroskopie und weiteren mikroskopischen Techniken zu verstehen und zu beschreiben, einschließlich Oberflächen-Potenzial-Mikroskopie, Electric-Force-Mikroskopie, Reibungsmikroskopie und Transmissionselektronenmikroskopie ad b.: Oberflächen im nanoskopischen Bereich und mit atomarer Auflösung zu charakterisieren, einschließlich der Verwendung von Rastersondenmethoden, und Untersuchungen von Nanoteilchen und Schichtmaterialien mit Elektronenmikroskopie durchzuführen ad c.: optische Eigenschaften von Festkörpern anhand der Theorie des Brechungsindex zu analysieren, verschiedene Kontrastverfahren wie Phasenkontrast, Interferenzkontrast und Dunkelfeldmikroskopie anzuwenden sowie Unterschiede im Farbverhalten und in der Richtungsabhängigkeit optischer Phänomene zu erklären ad d.: die Grundlagen der Polarisationsmikroskopie auf isotrope und anisotrope Medien anzuwenden, die optische Ein- und Zweiachsencharakteristik von Kristallen zu unterscheiden und mithilfe der Indikatrix darzustellen. | | |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | |

| 7. | Pflichtmodul: Elektrochemie und Korrosion | SSt | ECTS-AP |
|---|---|----------|----------|
| a. | VU Elektrochemie Elektrochemische Grundlagen (Potentiale und Ströme, Strukturen an Phasengrenzen, Leitfähigkeit & Wechselwirkungen in ionischen Systemen), elektrochemische Untersuchungsmethoden, Grundlagen der Passivität und der Korrosion: Thermodynamik (Pourbaix Diagramme), Elektrodenkinetik | 2 | 2 |
| b. | VO Korrosion Phänomenologie von Korrosionsprozessen, Analyse der atomaren bzw. molekularen Prozesse an korrodierenden Grenzflächen, Korrosionsschutz, Mechanismen der Hochtemperaturkorrosion | 1 | 1 |
| c. | PR Elektrochemie Anwendungen z.B. Brennstoffzelle, Korrosionsmesszelle, Impedanzspektroskopie, elektrochemische und mikroskopische Charakterisierung uniformer und lokalisierter Korrosionsphänomene, Wachstum von Oxidschichten, chemische und elektronische Eigenschaften komplexer Oxidelektrolyte | 2 | 2 |
| Summe | | 5 | 5 |
| Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage: ad a.: elektrochemische Grundlagen wie Potentiale, Ströme, elektrochemische Doppelschichten, Leitfähigkeit, Phasengrenzen und Wechselwirkungen in ionischen Systemen zu analysieren, elektrochemische Untersuchungsmethoden und die Konzepte der Passivität und der Elektrodenkinetik zu erklären sowie Pourbaix-Diagramme zur Beschreibung der Korrosionsthermodynamik anzuwenden ad b.: Korrosionsprozesse auf atomarer und molekularer Ebene zu analysieren, korrodierende Grenzflächen unter thermodynamischen und kinetischen Aspekten zu bewerten, Schutzstrategien zu begründen und die Mechanismen der Hochtemperaturkorrosion differenziert zu erklären ad c.: elektrochemische und mikroskopische Methoden zur Charakterisierung von Oxidschichten und Korrosionsphänomenen experimentell anzuwenden, Impedanzspektroskopie sowie Korrosions- und Brennstoffzellmessungen durchzuführen und chemische wie elektronische Eigenschaften komplexer Oxidelektrolyte im Hinblick auf deren Funktion zu interpretieren. | | | |
| Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | | |

| 8. | Pflichtmodul: Spektroskopie und Gruppentheorie | SSt | ECTS-AP |
|----|--|----------|----------|
| a. | VU Gruppentheorie Konzepte der Gruppentheorie, Darstellungstheorie, Charaktertafeln, Symmetriegruppen: Punktgruppen, Raumgruppen, Symmetriebrechung, Projektionsoperator-Methoden und Anwendungen in optischer und Schwingungsspektroskopie, elektronischer Struktur und bei Phasenübergängen | 2 | 3 |
| b. | VU Einführung in die Spektroskopie Welle- und Teilchennatur von Materie und Licht, Aufbau der Materie, Atomspektren, Wechselwirkung von Materie mit elektromagnetischer Strahlung, Rotations-, Schwingungs-, und Rotations-Schwingungsanregung von Molekülen, elektronische Anregung von Molekülen, Spektroskopie an Festkörpern | 2 | 2 |
| | Summe | 4 | 5 |
| | Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage: ad a.: Konzepte der Gruppentheorie einschließlich Darstellungstheorie, Charaktertafeln, Symmetriegruppen, Punkt- und Raumgruppen, Symmetriebrechung und Projektionsoperator-Methoden auf optische, elektronische und schwingungsspektroskopische Phänomene sowie auf Phasenübergänge und elektronische Struktur anzuwenden und deren Bedeutung für die Materialcharakterisierung zu analysieren ad b.: die Wechselwirkung elektromagnetischer Strahlung mit Materie unter Berücksichtigung von Wellen- und Teilchennatur, Aufbau der Materie und Atomspektren zu erklären, Rotations-, Schwingungs- und Rotation-Schwingungsspektren sowie elektronische Übergänge in Molekülen und Festkörpern zu interpretieren und spektroskopische Methoden gezielt zur materialspezifischen Analyse einzusetzen. | | |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | |

| 9. | Pflichtmodul: Grundlagen und Technologie von Festkörpern, Polymere Materialien | SSt | ECTS-AP |
|----|--|-----|---------|
| a | VU Festkörper-Materialtechnologie Struktur, Gitterschwingungen, elektronische Eigenschaften, Transporteigenschaften. Metalle, Isolatoren, Halbleiter, Magnetismus, Korrelationsphänomene | 2 | 3 |
| b. | PR Transporteigenschaften Bestimmung wichtiger Materialgrößen für Ladungs-, Wärme- oder Materialtransport in Festkörpern, z.B. elektrische Leitfähigkeit, Wärmeleitfähigkeit, Hall-Leitfähigkeit, Beweglichkeit, Ladungsträgerkonzentration, Anregungsenergie, Bandlücke | 1 | 1 |
| c. | VO Nicht-kristalline Materialien in Natur und Technik Amorphe Materialien in der Natur und Technik (oxidische Gläser, amorphe Polymere, organische Gläser, (halb)metallische Gläser, amorphes Eis); Materialeigenschaften und Einsatzgebiete; Herstellung amorpher Materialien; Strukturmodelle amorpher Materialien, Abgrenzung zu Kristallen und Nanokristallen; Phasenübergänge, insbesondere der Glasübergang amorpher Materialien; Phasenwechsel-Technologie; Historische und moderne Glasherstellung und -glasbearbeitung; technische Gläser (Sicherheitsglas, Wärmeschutzglas, Lichtschutzglas, Smart-Glas, Glasfasern, etc.) | 1 | 2 |
| d. | VO Polymerchemie | 1 | 1,5 |

| | | | |
|-----------|--|----------|------------|
| | Struktur polymerer Materialien, Polymerreaktivität, physikalische und chemische Daten polymerer Materialien, technische Eigenschaften, technische Polymere als Werkstoffe, Verbundwerkstoffe und Leichtbaumaterialien, technische Textilien, funktionale Polymere. Integrierte Aspekte: LCA, Recycling, Entsorgung | | |
| e. | VO Polymeranalytik Thermische Analyse (DSC, TG), Sorptionsmethoden, Bestimmung der Porosität, Kristallinität, spektroskopische Methoden (IR, NMR, MS), Molekulargewichtsverteilung, Endgruppenbestimmung, Mikroskopie | 1 | 1 |
| | Summe | 6 | 8,5 |
| | <p>Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage: ad a.: die Struktur, Gitterschwingungen, elektronischen Eigenschaften und Transportphänomene von Metallen, Isolatoren und Halbleitern unter Einbeziehung von Magnetismus und Korrelationseffekten zu erklären und diese auf technologische Fragestellungen in der Festkörpermaterialtechnologie anzuwenden ad b.: experimentelle Methoden zur Bestimmung von Materialgrößen wie elektrischer Leitfähigkeit, Wärmeleitfähigkeit, Hall-Leitfähigkeit, Beweglichkeit, Ladungsträgerkonzentration, Anregungsenergie und Bandlücke durchzuführen und deren Bedeutung für den Ladungs-, Wärme- und Materialtransport in Festkörpern zu bewerten ad c.: die Struktur und Eigenschaften amorpher Materialien wie Gläsern, Polymeren und metallischen Gläsern zu analysieren, deren Herstellung, Phasenübergänge und Abgrenzung zu kristallinen Phasen zu beschreiben, sowie historische und moderne Anwendungen einschließlich technischer Gläser, Glasverarbeitung und funktionaler Spezialgläser systematisch darzustellen. ad d.: die Struktur polymerer Materialien sowie deren physikalisch-chemische Eigenschaften einschließlich Polymerreaktivität, technischer Anwendungseigenschaften und ökologischer Aspekte wie LCA, Recycling und Entsorgung zu analysieren, technische Polymere als Werkstoffe, Verbund- und Leichtbaumaterialien sowie funktionale Polymere im Kontext aktueller Anwendungen systematisch zu beurteilen ad e.: analytische Verfahren wie thermische Analyse, Sorptionsmethoden, Porositäts- und Kristallinitätsbestimmung, IR-, NMR- und Massenspektrometrie, Endgruppenbestimmung, Molekulargewichtsverteilungen und Mikroskopie auf polymere Materialien anzuwenden und deren Eignung zur strukturellen und funktionellen Charakterisierung fundiert zu bewerten.</p> | | |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | |

| 10. | Pflichtmodul: Computerunterstützte Materialwissenschaften | SSt | ECTS-AP |
|-----|---|----------|----------|
| a. | VO Einführung in Computerunterstützte Materialwissenschaften Polarisierbarkeit und Mehrkörpereffekte, reaktive Kraftfelder, periodische Ansätze in der Quantenmechanik, Dichtefunktionaltheorie, Anwendungsbeispiele | 2 | 2,5 |
| b. | PR Numerische Methoden – Computerverfahren zur Ermittlung physikalisch-chemischer Eigenschaften Umgang mit diversen Codes zur numerischen Berechnung von Materialeigenschaften | 2 | 2,5 |
| | Summe | 4 | 5 |
| | Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage: ad a.: die Grundlagen computergestützter Modellierung in der Materialwissenschaft einschließlich Polarisierbarkeit, Mehrkörpereffekte, reaktiver Kraftfelder, periodischer Quantensysteme und der Dichtefunktionaltheorie zu erklären und diese Konzepte anhand geeigneter Anwendungsbeispiele kritisch zu reflektieren ad b.: diverse numerische Codes zur Berechnung physikalisch-chemischer Materialeigenschaften praktisch anzuwenden, deren Eignung zur Beschreibung komplexer Materialsysteme zu bewerten und Ergebnisse im Hinblick auf Genauigkeit und Aussagekraft methodisch fundiert zu interpretieren. | | |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | |

| 11. | Pflichtmodul: Vorbereitung der Masterarbeit | SSt | ECTS-AP |
|-----|--|-----|------------|
| | Vereinbarung des Themas, des Umfangs und der Form der Masterarbeit auf Basis einer inhaltlichen Kurzbeschreibung (Exposé) sowie Vereinbarung der Arbeitsabläufe, Planung eines entsprechenden Zeitrahmens für die Durchführung der Masterarbeit | - | 7,5 |
| | Summe: | - | 7,5 |
| | Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage, schriftlich eine inhaltliche Kurzbeschreibung der geplanten Masterarbeit (Exposé) zu verfassen, dabei die Konventionen des Fachgebiets bezüglich Darstellung, Stilmittel, Aufbau und Inhalt korrekt umzusetzen, hochwertige, glaubwürdige und relevante Quellen zu nutzen, um ihre Ideen darzustellen, das Kernkonzept der geplanten Masterarbeit darzustellen, den Umfang zu definieren und einen zeitlichen Ablauf zu skizzieren, die Grundsätze der guten wissenschaftlichen Praxis anzuwenden, ein detailliertes Laborarbeitschema zu entwerfen, das die spezifischen Methoden und Techniken umfasst, welche für die Durchführung ihrer Masterarbeit erforderlich sind und dabei relevante Sicherheitsprotokolle und ethische Richtlinien zu berücksichtigen, um sicherzustellen, dass alle experimentellen Arbeiten den Standards guter Laborpraxis entsprechen. | | |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | |

| 12. | Pflichtmodul: Verteidigung der Masterarbeit (Defensio) | SSt | ECTS-AP |
|-----|--|-----|------------|
| | Präsentation und studienabschließende mündliche Verteidigung (Defensio) der selbständig erstellten Masterarbeit im Rahmen eines wissenschaftlichen Vortrags mit anschließender wissenschaftlicher Diskussion und Befragung durch einen Prüfungssenat | | 2,5 |
| | Summe | | 2,5 |
| | Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage, ihr erworbenes hoch spezialisiertes Wissen, jedenfalls im Bereich ihrer Masterarbeit an neueste wissenschaftliche Erkenntnisse anzuknüpfen, in angemessenem Umfang auf Informationen und Analysen, welche die eigenen Ergebnisse untermauern, zu verweisen und die methodischen Grundlagen und zentralen Ergebnisse ihrer Masterarbeit verständlich zu erklären und überzeugend zu kommunizieren. | | |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: die positive Beurteilung aller Module und der Masterarbeit | | |

(2) Wahlmodule "Fachliche Spezialisierung":

Aus den Wahlmodulen sind Module im Umfang von 20 ECTS-AP zu wählen:

| 1. | Wahlmodul: Cluster und Nanoteilchen | SSt | ECTS-AP |
|----|--|----------|----------|
| | VU Spezielle Themen 1: Nano- und Clusterphysik Einführung in die Clusterphysik, Herstellung und Eigenschaften von Clustern, freie und deponierte Cluster und Nanoteilchen | 3 | 5 |
| | Summe | 3 | 5 |
| | Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage, die physikalischen Grundlagen, Herstellungsmethoden und Eigenschaften von Clustern und Nanopartikeln zu erklären und einzuordnen und können aktuelle Fragestellungen der Nano- und Clusterphysik wissenschaftlich reflektieren. | | |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | |

| 2. | Wahlmodul: Dünnschicht-Photovoltaik | SSt | ECTS-AP |
|----|---|-----|---------|
| a. | VU Dünnschicht-Photovoltaik Einführung in die Dünnschicht-Photovoltaik: Grundlagen der Photovoltaik, Verfügbare Sonnenstrahlung, Vergleich verschiedener Photovoltaik-Technologien, Abscheideverfahren der Dünnschicht-Photovoltaik, von der Solarzelle zum Solarmodul, Rolle-zu-Rolle-Fertigung flexibler Photovoltaik | 2 | 2,5 |
| b. | PR Abscheidung und Analyse dünner Schichten Basierend auf der aktuellen Forschung werden moderne Materialien verwendet, um dünne Schichten durch plasmabasierte PVD-Prozesse abzuscheiden; die gebildeten Schichten werden mit individuellen Analysemethoden analysiert, die auf dünne Schichten (1 nm bis 3 µm) spezialisiert sind; Hauptthemen: TCOs (Transparent Conductive Oxide), neuartige Metallektroden (Platin) auf flexiblen Substraten, Absorberschichten für die Photovoltaik | 2 | 2,5 |
| | Summe | 4 | 5 |
| | Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage: ad a.: Grundlagen der Dünnschicht-Photovoltaik einschließlich verfügbarer Solarstrahlung, verschiedener Photovoltaiktechnologien und geeigneter Abscheideverfahren zu erklären, die Prozesskette von der Solarzelle zum Solarmodul nachzuvollziehen und die Rolle der Rolle-zu-Rolle-Fertigung flexibler Systeme für die Photovoltaik kritisch zu beurteilen ad b.: plasmaphysikalische Abscheidungsverfahren zur Herstellung funktionaler Schichten für die Photovoltaik praktisch anzuwenden, gebildete Schichten mittels analytischer Verfahren hinsichtlich Struktur und Funktion zu charakterisieren und die Eigenschaften transparenter leitfähiger Oxide, Metallkontakte und Absorberschichten im Hinblick auf ihre Eignung für flexible Photovoltaiksysteme zu bewerten. | | |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | |

| 3. | Wahlmodul: Materialanalytik | SSt | ECTS-AP |
|----|--|-----|---------|
| a. | VU IR-Spektroskopie Theoretische Grundlagen der IR-Spektroskopie; detaillierte Kenntnisse im praktischen Arbeiten mit dem Gerät anhand von ausgewählten Beispielen zur qualitativen und quantitativen Analyse von georelevanten Proben | 1 | 1,5 |
| b. | VU Raman-Spektroskopie Theoretische Grundlagen der Raman-Spektroskopie; detaillierte Kenntnisse im praktischen Arbeiten mit dem Gerät anhand von ausgewählten Beispielen zur qualitativen und quantitativen Analyse von georelevanten Proben | 1 | 1,5 |
| c. | VU Thermoanalyse Theoretische Grundlagen und Messprinzipien thermoanalytischer Verfahren (Differenz-Thermoanalyse, Differenz-Scanning-Kalorimetrie, Thermo-gravimetrie, Thermomikroskopie); Ergänzung durch praktische Messungen und Datenauswertungen | 1 | 1 |
| d. | VU Röntgenfluoreszenzanalyse Theoretische Grundlagen der Röntgenfluoreszenz; praktische Aspekte wie Probenpräparation, Standardisierungs- und Korrekturverfahren und quantitative Analytik mittels RFA und µRFA | 1 | 1 |
| | Summe | 4 | 5 |

| | |
|--|--|
| | <p>Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage: ad a: IR-Spektroskopie selbstständig auf geowissenschaftliche Fragestellungen anzuwenden und ihre Ergebnisse fundiert zu interpretieren, Fehlerquellen und Grenzen dieser Methode zu erkennen sowie Messergebnisse im Kontext geowissenschaftlicher Prozesse kritisch zu bewerten und einzuordnen. ad b.: Raman-Spektroskopie selbstständig auf geowissenschaftliche Fragestellungen anzuwenden und ihre Ergebnisse fundiert zu interpretieren, Fehlerquellen und Grenzen dieser Methode zu erkennen sowie Messergebnisse im Kontext geowissenschaftlicher Prozesse kritisch zu bewerten und einzuordnen. ad c: die theoretischen Grundlagen und Messprinzipien thermoanalytischer Verfahren zu erklären sowie praktische Messungen durchzuführen, auszuwerten und im geowissenschaftlichen Kontext zu interpretieren. ad d: die theoretischen Grundlagen und praktischen Anwendungen der Röntgenfluoreszenzanalyse zu erklären, Proben fachgerecht vorzubereiten und quantitative Analysen mittels RFA und μRFA selbstständig durchzuführen und auszuwerten.</p> |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine |

| 4. | Wahlmodul: Hochdruck-Synthese und -Verfahren | SSt | ECTS-AP |
|----|--|----------|----------|
| a. | VO Materialien bei hohen Drücken (Experimentelle Petrologie) Grundlagen der Verfahren zur Erzeugung hoher Drücke/Temperaturen, Bestimmung elastischer Eigenschaften, druckinduzierte Phasenübergänge, metastabile Materialien, Druckabhängigkeit chemischer Gleichgewichte und der Reaktionskinetik, Hochdrucksynthese neuer Materialien | 2 | 3 |
| b. | UE Materialien bei hohen Drücken Praktische Übungen mit Hydrothermalanlagen, Piston-Zylinder-Pressen, Multi-Anvil-Pressen, Diamantstempelzellen | 2 | 2 |
| | Summe | 4 | 5 |
| | <p>Lernziel des Moduls: Die Studierenden kennen die Funktionsweise und Grenzen verschiedener experimenteller Synthese-Methoden und können Hochdruck-Hochtemperatur-Experimente selbstständig planen und durchführen.</p> | | |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | |

| 5. | Wahlmodul: Hochdruck-Festkörperchemie | SSt | ECTS-AP |
|----|---|----------|----------|
| a. | VO Festkörperchemie für Fortgeschrittene Vertiefung der Fachrichtung Festkörperchemie unter besonderer Berücksichtigung moderner Synthesestrategien wie Hochtemperatur- und Hochdrucksynthesen; Einblick in moderne festkörperspezifische Charakterisierungsmethoden sowie Einführung in aktuelle Forschungsfelder und Anwendungen der Festkörperchemie | 1 | 2 |
| b. | PR Angewandte Hochdruck-Festkörperchemie Experimentelle Durchführung von modernen Hochdrucksynthesen (Multi-Anvil-Technik) mit Fokus auf aktuellen Fragestellungen in der Synthese neuer Funktionsmaterialien | 2 | 3 |
| | Summe | 3 | 5 |
| | Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage: ad a.: Wissen und Verständnis für fortschrittliche Konzepte und Theorien der Festkörperchemie anzuwenden, einschließlich moderner Synthesestrategien wie Hochtemperatur- und Hochdrucksynthesen, festkörperspezifischer Charakterisierungsmethoden sowie aktueller Forschungsfelder und Anwendungen; integriertes Wissen und Problemlösungsfähigkeiten in der Festkörperchemie anzuwenden, einschließlich der Interpretation experimenteller Ergebnisse, der Analyse von Funktionsmaterialien und der Anwendung festkörperspezifischer Charakterisierungsmethoden; ad b.: kritisches Urteilsvermögen in der Beurteilung und Anwendung von Methoden und Techniken der Hochdruck-Festkörperchemie zu zeigen, einschließlich der Multianvil-Technik, der Synthese neuer Funktionsmaterialien und aktueller Fragestellungen; unabhängige Experimente unter Verwendung moderner Hochdrucksynthesetechniken durchzuführen, einschließlich der Planung, Auswahl geeigneter Syntheseparameter und sicherer Laborpraktiken; Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Festkörperchemie sowohl mündlich als auch schriftlich in klarer und professioneller Weise zu kommunizieren, einschließlich der Diskussion von Forschungsergebnissen, der Präsentation von Synthesen und der Interpretation von Daten; eigenständig und ethisch verantwortungsvoll in der wissenschaftlichen Forschung und Anwendung der Festkörperchemie zu handeln, einschließlich der Berücksichtigung von Sicherheitsvorschriften, ethischer Überlegungen und wissenschaftlicher Integrität. | | |
| | Anmeldungsvoraussetzungen: keine | | |

| 6. | Wahlmodul: Kompositwerkstoffe | SSt | ECTS-AP |
|----|---|-----|---------|
| a. | VU Poröse Materialien Merkmale poröser Materialien, einschließlich ihrer effektiven physikalischen (mechanischen, thermischen, Transport-) und Porenraumeigenschaften; Methoden zur modellbasierten Bestimmung effektiver physikalischer Eigenschaften (Mikromechanik, Einheitszellen und repräsentative Volumenelemente); experimentelle Charakterisierung effektiver physikalischer und Porenraumeigenschaften; Porenraumanalyse auf der Grundlage von 3D-Voxelbildern; industrielle Anwendungen, wie z. B. Schaumstoffe, poröse Keramiken und Biomaterialien | 2 | 2,5 |
| b. | VU Faserverstärkte Verbundwerkstoffe Klassifizierung und Eigenschaften von Verbundwerkstoffen, einschließlich Bio- und Nano-Verbundwerkstoffen; Modellierung der effektiven mechanischen | 2 | 2,5 |

| | | | |
|--|--|----------|----------|
| | schen Eigenschaften (Mikromechanik, Laminattheorie, FaserMatrix-Wechselwirkung); Prüfverfahren zur mechanischen Charakterisierung von Bestandteilen (Matrix, Fasern) und Verbundwerkstoffen; industrielle Anwendungen, wie faserverstärkte Polymere, Verbundwerkstoffe mit keramischer Matrix und Verbundwerkstoffe auf biologischer Basis | | |
| | Summe | 4 | 5 |
| <p>Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage: ad a.: die physikalischen und strukturellen Eigenschaften poröser Materialien einschließlich mechanischer, thermischer und Transportphänomene zu analysieren, mikromechanische Modellierungsmethoden zur Bestimmung effektiver Materialeigenschaften anzuwenden, experimentelle Charakterisierungsmethoden auf Basis von 3D-Voxelbildern zu interpretieren und industrielle Anwendungen poröser Keramiken, Schaumstoffe und Biomaterialien differenziert zu bewerten ad b.: Verbundwerkstoffe einschließlich Bio-, Nano- und Faserverbundsystemen hinsichtlich Struktur, Eigenschaften und mechanischem Verhalten unter Verwendung mikromechanischer und laminartheoretischer Modelle zu analysieren, Prüfanordnungen zur Charakterisierung von Matrix- und Faserkomponenten anzuwenden und die Einsatzmöglichkeiten polymerer, keramischer und biobasierter Verbundwerkstoffe systematisch zu beurteilen.</p> | | | |
| Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | | |

| 7. | Wahlmodul: Gekoppelte Prozesse in Materialien | SSt | ECTS-AP |
|---|--|------------|----------------|
| a. | VO Gekoppelte Prozesse in Materialien Physikalische/chemische Prozesse in Materialien im industriellen Kontext (Produktion/Verwendung/Entsorgung); Modellierung chemischer Reaktionen, des mechanischen Verhaltens sowie von Transportprozessen (Thermo-, Diffusions-, Flüssigkeitstransport) einschließlich der Kopplung dieser Phänomene; Methoden zur Simulation und Analyse gekoppelter Probleme | 2 | 2,5 |
| b. | UE Gekoppelte Prozesse in Materialien Veranschaulichung der grundlegenden Prinzipien numerischer Methoden anhand vereinfachter 1D-Beispiele; Einführung in und Bewertung verfügbarer kommerzieller Software; Modellierung und Simulation gekoppelter Prozesse im Kontext industrieller Anwendungen | 2 | 2,5 |
| | Summe | 4 | 5 |
| <p>Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage: ad a.: physikalisch-chemische Prozesse in Materialien im industriellen Kontext zu analysieren, chemische Reaktionen, mechanisches Verhalten und Transportphänomene wie Thermo-, Diffusions- und Flüssigkeitstransport modellgestützt zu beschreiben, deren Kopplung theoretisch zu erfassen und geeignete Simulationsmethoden zur Analyse gekoppelter Systeme kritisch zu bewerten ad b.: grundlegende Prinzipien numerischer Methoden anhand vereinfachter 1D-Beispiele anzuwenden, verfügbare kommerzielle Simulationssoftware hinsichtlich ihrer Eignung für gekoppelte Probleme zu beurteilen und gekoppelte Prozesse in Materialien im Rahmen industrieller Anwendungen zielgerichtet zu modellieren und zu analysieren.</p> | | | |
| Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | | |

| 8. | Wahlmodul: Textile Materialien | SSt | ECTS-AP |
|----|---|----------|----------|
| a. | VO Chemie Textiler Materialien Chemie natürlicher und synthetischer Polymere zur Textilfaser-Herstellung, Oberflächenveredelung, Struktur und physiologische Eigenschaften von Textilfasern, chemische Modifikation und Funktionalisierung, Grundbegriffe der textilen Materialien und Herstellungstechniken | 2 | 2,5 |
| b. | VO Technische Textilien und Verbundstoffe Chemische Grundlagen und Verfahren zur Herstellung und Verarbeitung von Verbundwerkstoffen, Technische Textilien: Materialien für medizinische Anwendungen, Filtermaterialien, Bautechnik, Kunststofftechnik, Fahrzeugleichtbau, Luft- und Raumfahrt, Fördertechnik und Transport (Materialien, Anforderungen, technische Ausführung) | 2 | 2,5 |
| | Summe | 4 | 5 |
| | Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage: ad a.: natürliche und synthetische Polymere hinsichtlich ihrer Eignung für die Textilfaserherstellung zu analysieren, die Struktur- und Oberflächeneigenschaften sowie physiologischen Eigenschaften von Textilfasern zu beurteilen, Verfahren zur chemischen Modifikation und Funktionalisierung anzuwenden und die grundlegenden Herstellungstechniken und Materialklassen der textilen Chemie fachgerecht einzuordnen ad b.: chemische Grundlagen und Verfahren zur Herstellung technischer Textilien und Verbundstoffe zu erklären, Materialsysteme für Anwendungen in Medizin, Bauwesen, Luft- und Raumfahrt, Fahrzeugtechnik und Fördertechnik hinsichtlich Eigenschaften, Anforderungen und technischer Umsetzung zu bewerten und die spezifische Auswahl geeigneter Materialien pro Anwendungsszenario zu begründen. | | |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | |

| 9. | Wahlmodul: Moderne Funktionstextilien | SSt | ECTS-AP |
|----|--|----------|----------|
| a. | VO Fortschrittliche Funktionstextilien 3D-Fasermontagetechnologien, Preformen, Kohlenstofffasern, dynamische Benetzung, Faser-Flüssigkeits-Grenzflächen, textilbasierte Elektroden für die elektrochemische Energiespeicherung, funktionale Textilbeschichtungen, Beschichtungstechnologien, Adhäsionsmechanismus, leitfähige Textilien, textilbasierte Sensoren | 2 | 2,5 |
| b. | VO Faser-Nachhaltigkeit und Recycling Ansätze zur Verbesserung der Nachhaltigkeit bei der Herstellung, Modifizierung und Verarbeitung von Fasermaterialien und textilen Substraten sowie Entwicklungen im Faser-zu-Faser-Recycling zur Sortierung von Textilabfällen, zur Isolierung einzelner Polymertypen und zu deren Wiederverwendung bei der Herstellung neuer Substrate | 2 | 2,5 |
| | Summe | 4 | 5 |
| | Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage: ad a.: fortschrittliche Technologien der Faser- und Textilfunktionalisierung wie 3D-Fasermontage, Kohlenstofffasern, dynamische Benetzung, Faser-Grenzflächen, Beschichtungsverfahren und textilbasierte Elektroden für Energiespeicherung und Sensorik zu erklären, deren Wirkprinzipien zu analysieren und die Funktionalität textilbasierter Systeme hinsichtlich Leitfähigkeit, Adhäsion und Einsatzpotenzial kritisch zu bewerten | | |

| | |
|--|--|
| | ad b.: Ansätze zur Verbesserung der Nachhaltigkeit bei Herstellung, Modifizierung und Wiederverwendung textiler Faserstoffe einschließlich Faser-zu-Faser-Recycling, Polymerisierung und Substratentwicklung zu erläutern und deren Relevanz für nachhaltige Materialkreisläufe in der Textiltechnologie systematisch zu beurteilen. |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine |

| 10. | Wahlmodul: Funktionale Materialien der Zukunft | SSt | ECTS-AP |
|-----|---|----------|------------|
| a. | VO Fortgeschrittene Materialien für Energieumwandlung und -speicherung Grundlagen der Energieumwandlung und Energiespeicherung; Techniken und Systeme für den Energietransport; Anwendungen und Herausforderungen in der Energiespeicherung; innovative Materialien für leistungsfähige Batterien; Eigenschaften und Entwicklung moderner Funktionsmaterialien; Aufbau und Wirkmechanismen von Primärbatterien (nicht wiederaufladbar); Aufbau und Funktion von Sekundärbatterien (wiederaufladbar); Schlüsselkonzepte der Batterieforschung; Methoden zur Charakterisierung und Analyse der Batterieleistung; Prinzipien der Leistungsmessung und -bewertung; Spezifika von Li-Ionen-Batterien; Forschung zu Alternativen und Jenseits-Li-Ionen-Technologien; Verschiedene Konzepte und Ansätze für Brennstoff- und Elektrolysezellen, von Hochtemperatur- bis zu elektrochemischen Geräten, mit Schwerpunkt auf aktuellen Materialien für die Energiewende; Prinzipien der Photovoltaik; Materialanforderungen und Herstellungsprozesse; Überblick über Dünnschichttechnologien; Vergleich zwischen flexiblen und starren Technologien | 3 | 4,5 |
| b. | VO Responsive Funktionsmaterialien Einführung in responsive Funktionsmaterialien; Charakterisierung mittels diffraktometrischer und spektroskopischer Methoden; Eigenschaften und Anwendungen von Hybridmaterialien aus porösen Wirtsgittern und chromophoren Molekülen; Grundlagen der Photochemie | 2 | 3 |
| | Summe | 5 | 7,5 |
| | Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage: ad a.: die Grundlagen der Energieumwandlung und Energiespeicherung zu erläutern, Systeme des Energietransports sowie Herausforderungen moderner Speichertechnologien zu analysieren, Funktionsmaterialien für leistungsfähige Primär- und Sekundärbatterien einschließlich Li-Ionen-Systemen und deren Alternativen hinsichtlich Aufbau, Wirkmechanismus, Leistungscharakteristik und Forschungsperspektiven zu bewerten, Schlüsselkonzepte elektrochemischer und photovoltaischer Technologien darzustellen, Dünnschichtprozesse und Materialanforderungen für flexible und starre Systeme zu vergleichen sowie aktuelle Entwicklungen bei elektrochemischen Geräten, Brennstoff- und Elektrolysezellen systematisch einzuordnen; ad b.: ein vertieftes Wissen über responsive Funktionsmaterialien zu generieren und deren Charakterisierung mittels spezifischer Methoden zu beschreiben und anzuwenden, einschließlich diffraktometrischer und spektroskopischer Methoden, Hybridmaterialien mit porösen Wirtsgittern und chromophoren Molekülen, und Grundlagen der Photochemie; ein vertieftes Verständnis für die Eigenschaften und Anwendungen von Hybridmaterialien zu reflektieren, einschließlich deren Zusammensetzung, Struktur, und ihrer Reaktion auf externe Stimuli; aktuelle wissenschaftliche Literatur kritisch zu analysieren und zu interpretieren, um einen tieferen Einblick in die Themenbereiche des Moduls zu erhalten, einschließlich der neuesten Entwicklungen in der Festkörperchemie, der homogenen Katalyse und der responsiven Funktionsmaterialien. | | |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | |

| 11. | Wahlmodul: Farbmittel – Additive | SSt | ECTS-AP |
|-----|--|----------|----------|
| a. | VO Farbstoffe, Pigmente und Additive Eigenschaften und Anwendung wichtiger Polymeradditive (Farbmittel, Pigmente, Weichmacher, Licht- und Alterungsschutz, antimikrobielle Produkte, funktionale Additive) | 1 | 2 |
| b. | PR Textile Materialien – Polymertechnologie Charakterisierung textiler Materialien: mechanischer, thermischer, optischer, elektrischer und struktureller Eigenschaften; Physikalisch-chemische und mechanische Eigenschaften von Textilfasern, Flächen und Verbundwerkstoffen; Farbkoordinaten, Konzentrationsbestimmung an undurchsichtigen Körpern, Alterungstests, Anwendungssimulation | 2 | 3 |
| | Summe | 3 | 5 |
| | Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage: ad a.: die chemischen Grundlagen textiler Materialien einschließlich natürlicher und synthetischer Polymere zur Faserherstellung, Oberflächenveredelung, chemischen Modifikation und Funktionalisierung zu erklären, Struktur- und Eigenschaftsbeziehungen von Textilfasern zu analysieren und grundlegende textile Herstellungsverfahren systematisch darzustellen ad b.: chemische und verfahrenstechnische Grundlagen der Herstellung technischer Textilien und Verbundwerkstoffe zu erläutern, Anforderungen und Ausführungsvarianten für Anwendungen in Medizin, Filtration, Bautechnik, Fahrzeugbau, Luft- und Raumfahrt sowie Fördertechnik zu bewerten und die Auswahl geeigneter Materialien anwendungsbezogen zu begründen. | | |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | |

| 12. | Wahlmodul: Theoretische Methoden in den Materialwissenschaften | SSt | ECTS-AP |
|-----|--|----------|----------|
| a. | VO Elektronische Struktur von Materialien Elektronenstrukturtheorie von molekularen Materialien und Festkörpersystemen; Hartree-Fock- und Dichtefunktionaltheorie; Basissatztypen; periodische Systeme und Bloch-Theorem; Dichtefunktionale enge Bindungsmodelle; Integration der Elektronenstrukturtheorie mit chemischen Simulationstechniken (d.h. Monte-Carlo und Molekulardynamik) | 2 | 3 |
| b. | PR Computerunterstützte Evaluierung von Materialeigenschaften Computerunterstütztes Design von Materialien; Einführung zur Benutzung der entsprechenden Programme; Quantenmechanische und Kraftfeld-basierte Berechnungen von Festkörpern und Festkörperoberflächen | 2 | 2 |
| | Summe | 4 | 5 |
| | Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage: ad a.: Elektronenstrukturtheorien wie Hartree-Fock- und Dichtefunktionalmethoden auf molekulare Materialien und periodische Festkörpersysteme anzuwenden, Basissatztypen und das Bloch-Theorem zu erklären, dichtefunktionale Bindungsmodelle zu differenzieren und deren Integration mit chemischen Simulationstechniken wie Monte-Carlo- und Molekulardynamik-methoden kritisch zu beurteilen ad b.: quantenmechanische und kraftfeldbasierte Computerverfahren zur Berechnung elektro-nischer Eigenschaften von Festkörpern und Oberflächen praktisch einzusetzen, Programme zur | | |

| | |
|--|---|
| | materialspezifischen Simulation zielgerichtet zu verwenden und das computergestützte Design von Materialien hinsichtlich Anwendbarkeit und Aussagekraft fundiert zu bewerten. |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine |

| 13. | Wahlmodul: Angewandte Mineralogie | SSt | ECTS-AP |
|-----|---|----------|----------|
| a. | VU Lagerstätten der Metallerze und Industriemineralen Vorkommen, Eigenschaften und Bildung wichtiger Metallerze und Industriemineralen; Aspekte der Rohstoffversorgung | 3 | 4 |
| b. | VU Metalle und Legierungen Herstellung, Eigenschaften, Nomenklatur, Verwendung und Recycling von metallischen Werkstoffen (z.B. Stähle, Nichteisenmetalle, High-Tech-Legierungen) | 1 | 1 |
| | Summe | 4 | 5 |
| | Lernergebnisse: ad a. und b.: Die Studierenden kennen die mineralischen Roh- und Werkstoffe bedeutender Industriezweige und verstehen die Grundlagen natürlicher Entstehungsprozesse, technischer Verarbeitung als Werkstoffe und des Recyclings. Die Studierenden können die Kritikalität der Primär- und Sekundär-Rohstoff-Versorgung im Kontext historischer, aktueller und zukünftiger Ressourcenwirtschaft evaluieren. | | |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | |

| 14. | Wahlmodul: Kristallographie für Fortgeschrittene | SSt | ECTS-AP |
|-----|---|----------|----------|
| a. | VU Methoden der Pulverdiffraktometrie Es werden ausgewählte Kapitel der Pulverdiffraktion und der Beugungsanalyse polykristalliner Materialien im Bereich der Materialwissenschaften vorgestellt. Beispiele hierfür sind unter anderem die quantitative Phasenanalyse kristalliner Mischungen, Bestimmung amorpher Anteile, Kristallitgrößenbestimmung, Mikrostrain-Untersuchungen zur Ermittlung von Realparametern, <i>in-situ</i> Diffraktionsmessungen an Labor- und Großforschungseinrichtungen zur Beschreibung temperatur- und druckabhängiger Reaktionen und deren Auswertung | 2 | 2,5 |
| b. | VU Ausgewählte Kapitel der Strukturforschung Einführung in die Beschreibung und Analyse von Festkörpern, die einen aperiodischen Aufbau oder eine mehr oder weniger starke Störung der Fernordnung aufweisen. Hierzu zählen Quasikristalle, modulierte Strukturen sowie Verbindungen mit starker Fehlordnung | 2 | 2,5 |
| | Summe | 4 | 5 |
| | Lernziel des Moduls: Die Studierenden kennen aktuelle Trends der Beugungsanalyse von einkristallinen und polykristallinen Festkörpern und können dazu praktische Analysen durchführen und auswerten. | | |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | |

| 15. | Wahlmodul: Physikalisch-chemische Mineralogie | SSt | ECTS-AP |
|-----|--|----------|----------|
| a. | VU Kristallphysik Ziel der Veranstaltung ist die Einführung in die tensorielle Beschreibung von kristallphysikalischen Phänomenen, die für eine Vielzahl von praktischen Anwendungen von grundlegender Bedeutung sind. Inhaltlich wird auf thermische, dielektrische, magnetische, elastische und optische Eigenschaften von Kristallen eingegangen | 2 | 2,5 |
| b. | VU Thermodynamische Modellierung Einführung in die P-T Bestimmung von Werkstoffen und metamorphen Gesteinen Grundlagen und Arten von Reaktionen zwischen festen Phasen. Chemographie von Festkörperreaktionen. Thermodynamische Modellierung von chemischen Systemen als Funktion von P, T und X (chemischer Zusammensetzung). Phasendiagramme und Pseudosektionen als Funktion von P-T-X. Aktivitätsmodelle von festen Phasen, Experimentelle Kalibration von Geothermobarometern. Intern konsistente thermodynamische Datensätze | 2 | 2,5 |
| | Summe | 4 | 5 |
| | Lernergebnisse: ad a. und b.: Die Studierenden haben einen Überblick über physikalische und thermodynamische Aspekte von kristallinen Phasen | | |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | |

| 16. | Wahlmodul: Nanostrukturen und Grenzflächen in Energietechnik, Katalyse und Elektrochemie | SSt | ECTS-AP |
|-----|--|----------|----------|
| a. | VU Kinetik und Dynamik von Oberflächenprozessen Mechanismen der molekularen und dissoziativen Adsorption. Kisliuk-Isotherme, Potentialenergie-Oberflächen, aktivierte Adsorption, atomare und molekulare Bindung an Oberflächen im MO-Bild, Bandstruktur und Zustandsdichte, Katalyse, Vulkan-Beziehung | 1 | 1 |
| b. | VU Energietechnik und Katalyse Elektronische und strukturelle Prinzipien der heterogenen Katalyse, physikalisch-chemische Eigenschaften nanostrukturierter katalytischer Materialien, Umweltkatalyse, Abgasreinigung, Prozesse zur chemischen Energiespeicherung und-Konversion, CO ₂ -Speicherung und Nutzung | 1 | 1 |
| c. | VU Elektrochemie mit Anwendungen in der Energieforschung Vertiefende Betrachtung von Untersuchungsmethoden (z.B. rotierende (Ring) Scheiben-Elektrode, elektrochemische Impedanzspektroskopie), Halbleiterelektrochemie (z.B. Mott-Schottky Auswertung), Grundlagen der Elektrokatalyse und der Li-Ionen Insertion und Anwendungen (z.B. in Brennstoffzellen oder in Li-Ionen Batterien) | 1 | 1 |
| d. | PR Aktuelle Forschung in der Physikalischen Chemie Arbeiten in der aktuellen Forschung in einer vom Studierenden gewählten Arbeitsgruppe der Physikalischen Chemie, z.B. Charakterisierung und Strukturuntersuchung von Oberflächen- und nanostrukturierten Adsorbat-systemen (LEED, STM, ARUPS), katalytische CO ₂ -Hydrierung zu Energieträgern, Reformierung von Energieträgern zur Wasserstofferzeugung, Produktanalyse (MS, GC), katalytische Charakterisierung SOFC-relevanter Materialien, Elektrokatalyse und Batterieforschung, Photoelektrochemie | 2 | 2 |
| | Summe | 5 | 5 |

| | |
|--|---|
| | <p>Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage: ad a.: tiefgehende Kenntnisse über die Mechanismen von Oberflächenprozessen zu generieren und anzuwenden, einschließlich Mechanismen der molekularen und dissoziativen Adsorption, Kisliuk-Isotherme und Potentialenergie-Oberflächen; ad b.: elektronische und strukturelle Grundlagen der heterogenen Katalyse zu verstehen und kritisch zu bewerten, einschließlich physikalisch-chemischer Eigenschaften von nanostrukturierten katalytischen Materialien, Abgasreinigung und CO₂-Speicherung; ad c.: fortgeschrittene elektrochemische Phänomene und Anwendungen in der Energieforschung zu analysieren, einschließlich Vertiefungen in Elektrokatalyse, Brennstoff- und Elektrolysezellen sowie theoretischen Konzepten zur Erklärung von katalytischer Reaktivität; ad d.: eigenständig in aktuellen Forschungsbereichen der physikalischen Chemie zu arbeiten und Ergebnisse zu interpretieren, einschließlich Charakterisierung von Oberflächen- und Adsorbatensystemen, elektro-katalytischer Charakterisierung und Spektroskopie-Methoden wie IR, Raman und UV-VIS.</p> |
| | <p>Anmeldungsvoraussetzung/en: keine</p> |

| 17. | Wahlmodul: Grenzflächen- und Materialanalytik, Kryo-physikalische Chemie und Materialwissenschaftliches Seminar | SSt | ECTS-AP |
|-----|---|-----|---------|
| | Es sind Lehrveranstaltungen im Umfang von 5 ECTS-AP zu absolvieren: | | |
| | a. VO Grenzflächen- und Materialanalytik Methoden zur Bestimmung der Struktur und der chemischen Zusammensetzung von Oberflächen, Grenzflächen und Schichtsystemen: AES, XPS, Tiefenprofil-Analyse und Adsorptionsspektroskopie | 1 | 1,5 |
| | b. PR Laborpraktikum Grenzflächen- und Materialanalytik Arbeiten mit aktuellen Forschungsmethoden, z.B. Oberflächen- und Tiefenprofil-Analyse mit Röntgenphotoelektronenspektroskopie (XPS), Adsorptionsspektroskopie | 1 | 1 |
| | c. VU Materialien unter Kryo-Bedingungen Grundlagen der Kryochemie, insbesondere von wässrigen Lösungen bzw. volatilen Komponenten: Gefrier- und Auftauverhalten; Gefrierkonzentration; Verglasung. Kaltkristallisation: Anwendungen in Astronomie (Bildung von Planeten, Sternen, Galaxien aus interstellarem Staub; Chemie von Kometen). Atmosphärenchemie (Eiswolken), Geologie (Gletscher und Eisschilde), Biologie (Kryomikroskopie) und Medizin (Kryonik) sowie Technik (Enteisungsverfahren, technischer Schnee) und Lebensmittelindustrie (Gefriertrocknen) | 1 | 1,5 |
| | d. PR Laborpraktikum Materialien unter Kryo-Bedingungen Arbeiten mit aktuellen Forschungsmethoden, z.B. Herstellung und Analyse von wässrigen Lösungen unter Kryobedingungen, Analyse insbesondere anhand von Kryomikroskopie, Kryo-Röntgendiffraktion und Kryo-Kalorimetrie; Herstellung durch Vitrifizierung, Gasphasenabscheidung oder durch Hochdruck-Kryosynthese, Untersuchung von gefrierkonzentrierten Lösungen sowie Gefrier- und Tauschäden | 1 | 1 |
| | e. SE Aktuelle Themen in Materialwissenschaften und Physikalischer Chemie Neue Materialien, nachhaltige Energiesysteme, Oberflächen- und Grenzflächen-Phänomene, moderne Methoden der physikalischen Chemie | 2 | 2,5 |

| | | | |
|--|---|--|----------|
| | | | |
| | Summe | | 5 |
| | <p>Lernergebnisse: Die Studierenden sind in der Lage: ad a.: Methoden zur Bestimmung der Morphologie, Struktur und chemischen Zusammensetzung von Oberflächen und Grenzflächen zu verstehen und zu erläutern, einschließlich Rastertunnelmikroskopie, Röntgenphotoelektronenspektroskopie, Tiefenprofil-Analyse und Adsorptionsspektroskopie; experimentelle Arbeiten im Bereich Grenzflächen- und Materialanalytik durchzuführen und zu analysieren, einschließlich der Nutzung von (elektrochemischem) STM und Tiefenprofil-Analyse mit Röntgenphotoelektronenspektroskopie; ad b.: die Grundlagen und Anwendungen von Rastersondenmikroskopie, Rasterkraftmikroskopie und weiteren mikroskopischen Techniken zu verstehen und zu beschreiben, einschließlich Oberflächen-Potenzial-Mikroskopie, Electric-Force-Mikroskopie, Reibungsmikroskopie und Transmissionselektronenmikroskopie; Oberflächen im nanoskopischen Bereich und mit atomarer Auflösung zu charakterisieren, einschließlich der Verwendung von Rastersondenmethoden, und Untersuchungen von Nanoteilchen und Schichtmaterialien mit Elektronenmikroskopie durchzuführen. ad c.: grundlegende und fortgeschrittene Konzepte der Kryochemie, insbesondere von wässrigen Lösungen bzw. volatilen Komponenten, zu verstehen und zu erläutern, einschließlich des Gefrier- und AufTauverhaltens, der Gefrierkonzentration sowie der Phänomene Verglasung und Kaltkristallisation; das erworbene Wissen in den Kontext verschiedener wissenschaftlicher und technischer Anwendungen zu stellen, einschließlich ihrer Bedeutung in der Astronomie (z. B. Bildung von Planeten, Sternen und Galaxien), in der Glaziologie (z. B. Gletscher und Eisschilde) und in der Lebensmittelindustrie (z. B. Gefriertrocknen); ad d.: mit aktuellen Forschungsmethoden im Bereich der Kryochemie zu arbeiten, einschließlich der Herstellung und Analyse von wässrigen Lösungen unter Kryobedingungen; fortgeschrittene analytische Techniken anzuwenden und zu interpretieren, insbesondere Methoden wie Kryomikroskopie, Kryo-XRD und Kryo-Kalorimetrie; verschiedene Herstellungsmethoden für Materialien unter Kryobedingungen zu nutzen und zu bewerten, einschließlich Vitrifizierung, Gasphasenabscheidung und Hochdruck-Kryosynthese. ad e: aktuelle analytische Methoden in den Materialwissenschaften anzuwenden und physikalisch-chemische Systeme für die Energiekonversion zu evaluieren.</p> | | |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: keine | | |

| 18. | Wahlmodul: Praxis | SSt | ECTS-AP |
|-----|--|-----|----------|
| | Zur Erprobung und Anwendung der erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten bzw. zur Orientierung über die Bedingungen der beruflichen Praxis und den Erwerb von Zusatzqualifikationen ist eine Praxis im Umfang von 5 ECTS-AP (bzw. 120 Stunden) zu absolvieren. Die Praxis ist in materialwissenschaftlich tätigen Industrieunternehmen oder behördlichen Institutionen zu absolvieren. Vor Antritt der Praxis ist die Genehmigung durch die Universitätsstudienleiterin oder den Universitätsstudienleiter einzuholen. Über Dauer, Umfang und Inhalt der erbrachten Tätigkeit ist eine Bescheinigung der Einrichtung vorzulegen, zudem ist ein Bericht zu verfassen. | - | 5 |
| | Summe | - | 5 |
| | <p>Lernergebnisse: Die Studierenden können ihre im Studium der Material- und Nanowissenschaften erworbenen Kenntnisse und Fertigkeiten in einem beruflichen Umfeld, wie in der Industrie oder bei behördlichen Institutionen, anwenden. Sie können materialwissenschaftliche Problemstellungen identifizieren, auf Basis ihres Fachwissens praktikable Lösungsansätze entwickeln und entsprechende Experimente und Analysen durchführen, um diese Herausforderungen zu bewältigen.</p> | | |

| | |
|--|---|
| | <p>Sie sind in der Lage, die Bedingungen und Anforderungen der beruflichen Praxis im materialwissenschaftlichen Bereich zu verstehen und sich darin zurechtzufinden. Sie können die Bedeutung von interdisziplinärem Denken und Handeln erkennen und ihr materialwissenschaftliches Wissen mit anderen Fachgebieten verknüpfen, um ganzheitliche Lösungen zu erarbeiten. Sie können die Erfahrungen und Ergebnisse ihrer praktischen Tätigkeit kritisch reflektieren und in Beziehung zu ihrem theoretischen Wissen setzen. Sie sind fähig, die Relevanz ihrer Arbeit für die wissenschaftliche Gemeinschaft und die Gesellschaft zu erkennen und können diese Zusammenhänge in einem schriftlichen Bericht präzise und verständlich kommunizieren. Sie können selbstkritisch ihre persönliche und fachliche Entwicklung bewerten und konkrete Beispiele, wie sie ihr Wissen und ihre Kompetenzen in einem komplexen, beruflichen Kontext erfolgreich angewendet haben, benennen.</p> |
| | Anmeldungsvoraussetzung/en: Studienleistungen im Umfang von 30 ECTS-AP |

(3) Wahlmodul: Allgemeine Kompetenzen

| 1. | Wahlmodul: Allgemeine Kompetenzen | SSt | ECTS-AP |
|----|---|-----|---------|
| | Es sind Lehrveranstaltungen im Umfang von 5 ECTS-AP zu absolvieren: | | |
| | a. SE Seminarreihe GÖCh/CMBI/Material- und Nanowissenschaften Teilnahme an den Vorträgen eingeladener Gäste im Rahmen der Reihe der "Österreichischen Chemischen Gesellschaft" (GÖCh) und/oder des "Centrums für Molekulare Biowissenschaften Innsbruck" (CMBI) und/oder des Schwerpunktes für Material- und Nanowissenschaften | 2 | 2,5 |
| | b. VO Geistiges Eigentum und Regulatorische Rahmenbedingungen in der Chemie: Patent- und Chemikalienrecht Patentrecht, Urheberrecht, Markenrecht, europäisches Chemikalienrecht, Handhabung und Zulassung von Chemikalien und Arzneimitteln | 2 | 2,5 |
| | c. VU Wissenschafts- und Innovationsmanagement Systematische Planung, Steuerung, Organisation und Kontrolle von Innovationsprozessen in Unternehmen oder Organisationen, Innovationsarten, Ideenbewertung, Erfolgsfaktoren für Innovationen, Stage-Gate-Prozess, Innovationsteam, Produktentwicklung, FMEA, Strategisches Innovationsmanagement, Projektdefinition, Werkzeuge zur Planung, Organisation, Umsetzung und Kontrolle von Projekten, Prozessoptimierung, Workflow-Steuerung von Prozessen, Fallbeispiele aus dem Forschungs- und Industrieumfeld | 2 | 2,5 |
| | d. VU EDV-unterstützte Datenbankrecherche Strukturierung und Informationsinhalte chemisch-wissenschaftlicher Datenbanken (SciFinder, Beilstein Reaxys, Science of Synthesis – Houben Weyl, esp@cenet, Cambridge Crystallographic Data Centre etc.); Strategien der Literatursuche, Suchalgorithmen und Suchprofile, Datenmanagement | 2 | 2,5 |
| | e. PR Messtechnik und EDV-unterstützte Experimentsteuerung Messtechnik, z.B. Grundkomponenten der Analog/Digital (A/D)- und Digital/Analog (D/A)-Wandlung, Programmieren in LABVIEW | 3 | 2,5 |
| | f. PR Metall- und Keramikbearbeitung für Laboranwendungen Selbständiges Arbeiten in der feinmechanischen Werkstätte | 5 | 5 |
| | g. PR Glasbearbeitung für Laboranwendungen | 5 | 5 |

| | | | |
|--|---|---|----------|
| | <p>Selbständige Übungen im Glasblasen und der Anfertigung von im Labor benötigten Glasapparaturen</p> <p>h. Interdisziplinäre Kompetenzen</p> <p>Es können Lehrveranstaltungen im Umfang von 5 ECTS-AP nach Maßgabe freier Plätze aus den Curricula der an der Universität Innsbruck eingerichteten Master- und/oder Diplomstudien frei gewählt werden. Besonders empfohlen wird der Besuch einer Lehrveranstaltung, bei der Genderaspekte samt den fachlichen Ergebnissen der Frauen- und Geschlechterforschung behandelt werden</p> | - | 5 |
| | Summe | - | 5 |
| | <p>Lernergebnisse:</p> <p>Die Studierenden sind in der Lage</p> <p>ad a: durch Teilnahme an den Vorträgen mit aktuellen Forschungsthemen zu benennen; deren Relevanz für die Weiterentwicklung der Material- und Nanowissenschaften sowie für angrenzende Fachgebiete zubewerten; zu erkennen, wie aktuelle Themen auf wissenschaftlichem Niveau präsentiert und diskutiert werden; die Qualität und Tragweite wissenschaftlicher Präsentationen kritisch zu analysieren und die Schlüsselbotschaften für ihr eigenes Fachgebiet zu interpretieren; effektive Netzwerke aufzubauen und zur Förderung ihrer akademischen und professionellen Entwicklung zu nutzen.</p> <p>ad b: ein kritisches Verständnis der zentralen Konzepte und Praktiken im Bereich des geistigen Eigentums, insbesondere im Kontext der Chemie, zu demonstrieren, einschließlich Patentrecht, Urheberrecht und Markenrecht; umfassende Kenntnisse über das europäische Chemikalienrecht und dessen Implikationen für den Umgang und die Zulassung von Chemikalien und Arzneimitteln darzulegen, einschließlich Handhabung, Zulassungsprozesse und Sicherheitsstandards; den aktuellen Stand der Praxis im Bereich geistiges Eigentum und regulatorische Rahmenbedingungen in der Chemie kritisch zu analysieren und zu bewerten, einschließlich der fortlaufenden Entwicklungen und Herausforderungen in diesem Bereich.</p> <p>ad c: Innovationsprozesse kritisch zu analysieren und zu bewerten einschließlich der systematischen Planung, Steuerung und Kontrolle, der Bewertung von Innovationsideen und der Identifikation von Erfolgsfaktoren; wissenschaftliche Projekte zu initiieren, zu planen und erfolgreich umzusetzen einschließlich der klaren Projektdefinition, der Anwendung geeigneter Werkzeuge für Planung, Organisation und Kontrolle und der Einbindung von Stage-Gate-Prozessen; Prozessoptimierungen in wissenschaftlichen und industriellen Kontexten vorzunehmen einschließlich der Workflow-Steuerung, der Anwendung von FMEA für Produktentwicklung und der Analyse von Fallbeispielen aus dem Forschungs- und Industrieumfeld.</p> <p>ad d: kritische und umfassende Bewertungen sowie Reflexionen über zentrale Theorien und Methoden der EDV-unterstützten Datenbankrecherche vorzunehmen, einschließlich: der Strukturierung chemisch-wissenschaftlicher Datenbanken, der Hauptmerkmale von Datenbanken wie SciFinder, Beilstein Reaxys, und Cambridge Crystallographic Data Centre sowie des generellen Aufbaus und der Informationsinhalte dieser Datenbanken; fortgeschrittene und detaillierte Strategien zur Literatursuche in wissenschaftlichen Datenbanken zu entwickeln, zu interpretieren und anzupassen, einschließlich: Verwendung verschiedener Suchalgorithmen, Erstellung von effektiven Suchprofilen und Anwendung von spezifischen Suchtechniken in spezialisierten Datenbanken wie Science of Synthesis – Houben Weyl und esp@cenet; komplexe Daten aus chemisch-wissenschaftlichen Datenbanken systematisch zu analysieren, zu verwalten und kritisch zu interpretieren, einschließlich: Bewertung der Relevanz und Qualität von Daten, Anwendung von Datenmanagement-Prinzipien und -Techniken sowie Nutzung von Informationsressourcen zur Lösung chemisch-wissenschaftlicher Fragestellungen.</p> <p>ad e: Messtechniken eigenständig zu analysieren und zu bewerten, einschließlich der Identifikation von Grundkomponenten der A/D- und D/A-Wandlung, der Unterscheidung verschiedener Wandlungsmechanismen und dem Erkennen von Signalstörungen; fortgeschrittene EDV-gestützte Systeme für die Experimentsteuerung zu entwerfen und zu implementieren, ein-</p> | | |

| | |
|--|---|
| | <p>schließlich der Entwicklung von Programmen in LABVIEW, der Optimierung von Datenerfassungssystemen und der Integration von Soft- und Hardwarekomponenten; kritisch die Anwendbarkeit und Grenzen moderner Messtechniken und EDV-gestützter Experimentsteuerung in realen chemischen Experimentierumgebungen zu reflektieren, einschließlich der Evaluierung von Datenqualität, der Beurteilung von Systemlatenzen und der Analyse potenzieller Fehlerquellen.</p> <p>ad f: spezifisches Wissen und Verständnis in der Metall- und Keramikbearbeitung eigenständig zu vertiefen, einschließlich der Kenntnis von Verfahren, Techniken und Werkzeugen der feinmechanischen Werkstätte; Problemstellungen in der feinmechanischen Werkstätte unter Anwendung von analytischen Fähigkeiten und Methoden des wissenschaftlichen Arbeitens zu identifizieren, zu analysieren und eigenständig Lösungen zu erarbeiten, einschließlich der Auswahl geeigneter Werkzeuge, Materialien und Techniken für spezifische Anwendungen; praktische Fertigkeiten in der feinmechanischen Werkstätte sowohl selbstständig als auch im Team sicher, effizient und ethisch verantwortungsbewusst anzuwenden, einschließlich der Anfertigung, Bearbeitung und Modifikation von metallischen und keramischen Bauteilen für Laboranwendungen.</p> <p>ad g: Glasblastechniken anzuwenden, einschließlich des Erkennens unterschiedlicher Glassorten, der Auswahl geeigneter Techniken für bestimmte Anforderungen und der Berücksichtigung sicherheitsrelevanter Aspekte bei der Arbeit mit Glas; Glasapparaturen für Laboranwendungen selbstständig zu entwerfen und herzustellen, einschließlich der Umsetzung spezifischer Laborkonfigurationen, der Anwendung von Verbindungstechniken und der Einhaltung von Standards für Laborapparaturen; Lösungen für glasbezogene Probleme im Laborumfeld zu entwickeln und umzusetzen, einschließlich des Umgangs mit unvorhergesehenen Herausforderungen während des Glasblasens, der Anpassung von Techniken an spezielle Anforderungen und der Integration von Glasapparaturen in multidisziplinäre Laborprojekte.</p> <p>ad h: ihr Fachprofil durch den Erwerb von Zusatzqualifikationen zu individualisieren und zu vertiefen, sowie Zusammenhänge zu ihrem eigenen Fachwissen herzustellen und ein kritisches Bewusstsein für Fachthemen an der Schnittstelle zwischen verschiedenen Bereichen zu demonstrieren. Sie verfügen über zusätzliche und vertiefende Kompetenzen, Fertigkeiten und Zusatzqualifikationen.</p> |
| | <p>Anmeldungsvoraussetzung/en: keine</p> |

§ 10 Masterarbeit

- (1) Im Masterstudium Material- und Nanowissenschaften ist eine Masterarbeit im Umfang von 20 ECTS-AP zu erstellen. Die Masterarbeit ist eine wissenschaftliche Arbeit, die dem Nachweis der Befähigung dient, ein wissenschaftliches Thema selbstständig inhaltlich und methodisch adäquat bearbeiten zu können.
- (2) Das Thema der Masterarbeit kann aus den Bereichen der Material- und Nanowissenschaften, der Anorganischen Chemie, Materialtechnologie, Mineralogie, Pharmazeutischen Technologie, Physik, Physikalischen Chemie, Textilchemie und Textilphysik und den Theoretischen Materialwissenschaften gewählt werden.
- (3) Voraussetzung für die Bekanntgabe des Themas der Masterarbeit ist der Leistungsnachweis von mindestens 60 ECTS-AP aus den Pflicht- und Wahlmodulen.
- (4) Die abgeschlossene Masterarbeit ist bei der Universitätsstudienleiterin bzw. dem Universitätsstudienleiter in elektronischer Form einzureichen. Ihr ist eine eidesstattliche Erklärung beizufügen, in der bestätigt wird, dass die Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis befolgt wurden.

§ 11 Prüfungsordnung

- (1) Ein Modul wird durch die positive Beurteilung seiner Lehrveranstaltungen abgeschlossen.
- (2) Die Leistungsbeurteilung der Lehrveranstaltungen der Module erfolgt durch Lehrveranstaltungsprüfungen. Lehrveranstaltungsprüfungen dienen dem Nachweis der Kenntnisse und Fertigkeiten, die durch eine einzelne Lehrveranstaltung vermittelt wurden, wobei
 1. bei nicht-prüfungsimmanenten Lehrveranstaltungen die Beurteilung aufgrund eines einzigen Prüfungsaktes am Ende der Lehrveranstaltung erfolgt.
 2. bei prüfungsimmanenten Lehrveranstaltungen die Beurteilung aufgrund von mindestens zwei schriftlichen, mündlichen und/oder praktischen Beiträgen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer erfolgt.
 3. Bei Lehrveranstaltungsprüfungen legt die Lehrveranstaltungsleitung die Prüfungsmethode (schriftlich/mündlich/praktische Arbeiten) und Beurteilungskriterien vor Beginn des Semesters fest.
- (3) Die Leistungsbeurteilung des Moduls Praxis erfolgt durch die Universitätsstudienleiterin bzw. den Universitätsstudienleiter auf Grundlage des schriftlichen Berichts über die Praxis. Die positive Beurteilung hat "mit Erfolg teilgenommen", die negative Beurteilung "ohne Erfolg teilgenommen" zu lauten.
- (4) Die Leistungsbeurteilung des Moduls Vorbereitung der Masterarbeit erfolgt durch die Betreuerin bzw. durch den Betreuer auf Basis eines Exposés. Die positive Beurteilung hat "mit Erfolg teilgenommen", die negative Beurteilung hat "ohne Erfolg teilgenommen" zu lauten.
- (5) Die Leistungsbeurteilung des Moduls Verteidigung der Masterarbeit hat in Form einer mündlichen Prüfung vor einem Prüfungssenat, bestehend aus drei Prüferinnen oder Prüfern, stattzufinden.
- (6) Für Module und Lehrveranstaltungen, die aus anderen Studien gewählt werden, gilt die Prüfungsordnung jenes Curriculums, aus dem sie übernommen sind.

§ 12 Akademischer Grad

Absolventinnen und Absolventen des Masterstudiums Material- und Nanowissenschaften wird der akademische Grad "Master of Science", abgekürzt "MSc", verliehen.

§ 13 Inkrafttreten

Dieses Curriculum tritt am 1. Oktober 2025 in Kraft.

§ 14 Übergangsbestimmungen

- (1) Dieses Curriculum gilt für alle Studierenden, die ab dem Wintersemester 2025/26 das Masterstudium Material- und Nanowissenschaften beginnen.
- (2) Ordentliche Studierende, die das Masterstudium Material- und Nanowissenschaften, kundgemacht im Mitteilungsblatt der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck vom 25. November 2008, 12. Stück, Nr. 80, zuletzt geändert am 28. Juni 2019, 66. Stück, Nr. 580 vor dem 1. Oktober 2025

begonnen haben, sind ab diesem Zeitpunkt berechtigt, dieses Studium innerhalb von längstens sechs Semestern abzuschließen.

- (3) Wird das Masterstudium Material- und Nanowissenschaften nicht fristgerecht abgeschlossen, sind die Studierenden diesem Curriculum unterstellt.
- (4) Im Übrigen sind die Studierenden berechtigt, sich jederzeit freiwillig diesem Curriculum zu unterstellen.

Für die Curriculum-Kommission:

ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Andreas Zemann

Für den Senat:

Univ.-Prof. Mag. Dr. Walter Obwexer
