



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

Bachelor

Master

Doktorat

Universitäts-
lehrgang

Studienplan (Curriculum)
für das

Masterstudium
Technische Chemie
UE 066 490

Technische Universität Wien
Beschluss des Senats der Technischen Universität Wien
am 16. Juni 2025

Gültig ab 1. Oktober 2025

Inhaltsverzeichnis

§ 1	Grundlage und Geltungsbereich	3
§ 2	Qualifikationsprofil	3
§ 3	Dauer und Umfang	5
§ 4	Zulassung zum Masterstudium	5
§ 5	Aufbau des Studiums	5
§ 6	Lehrveranstaltungen	16
§ 7	Prüfungsordnung	19
§ 8	Studierbarkeit und Mobilität	20
§ 9	Diplomarbeit	21
§ 10	Akademischer Grad	21
§ 11	Qualitätsmanagement	21
§ 12	Inkrafttreten	22
§ 13	Übergangsbestimmungen	22
A	Modulbeschreibungen	23
B	Übergangsbestimmungen	105
C	Zusammenfassung aller verpflichtenden Voraussetzungen	108
D	Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen	109
E	Semesterempfehlung für schiefeinsteigende Studierende	110
F	Prüfungsfächer mit den zugeordneten Pflichtmodulen und Lehrveranstaltungen	111

§ 1 Grundlage und Geltungsbereich

Der vorliegende Studienplan definiert und regelt das ingenieurwissenschaftliche, englischsprachige Masterstudium *Technische Chemie* an der Technischen Universität Wien. Dieses Masterstudium basiert auf dem Universitätsgesetz 2002 – UG (BGBl. I Nr. 120/2002 idgF) – und den *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien* in der jeweils geltenden Fassung. Die Struktur und Ausgestaltung dieses Studiums orientieren sich an folgendem Qualifikationsprofil.

§ 2 Qualifikationsprofil

Das Masterstudium *Technische Chemie* vermittelt eine vertiefte, wissenschaftlich und methodisch hochwertige, auf dauerhaftes Wissen ausgerichtete Ausbildung, welche den Absolventinnen und Absolventen sowohl den Weg für eine wissenschaftlich-technische Weiterqualifizierung – etwa im Rahmen eines facheinschlägigen Doktoratsstudiums – eröffnet, als auch für eine Tätigkeit insbesondere in der chemischen Industrie und in allen Industriezweigen, in denen chemische Prozesse von Bedeutung sind, befähigt und international konkurrenzfähig macht.

Aufbauend auf einem Bachelorstudium *Technische Chemie* oder einem gleichwertigen Studium führt dieses Masterstudium zu einem berufsqualifizierenden Abschluss, der unter anderem für eine Beschäftigung

- in der Chemischen Industrie,
- in Industriezweigen, in denen chemische Prozesse von Bedeutung sind,
- in Behörden und im Dienstleistungssektor

besonders geeignet ist, wobei die typischen Einsatzgebiete

- Forschung und Entwicklung,
- Produktion,
- Qualitätssicherung und
- Management

sind.

Aufgrund der beruflichen Anforderungen werden im Masterstudium *Technische Chemie* Qualifikationen hinsichtlich folgender Kategorien vermittelt.

Fachliche und methodische Kompetenzen Absolvent_innen des Masterstudiums *Technische Chemie* verfügen, je nach gewähltem Spezialisierungsblock, über

- ein breites Wissen im Bereich der chemischen, umwelttechnischen oder biochemischen/biotechnologischen Grundlagen und deren Umsetzung im technologischen und industriellen Umfeld; sowie über
- fundierte Kenntnisse der für die in dem jeweiligen Bereich der (bio-)chemischen Produktion relevanten Strategien, Technologien, Materialien und Methoden.
- Besondere Kenntnisse in der zu wählenden Spezialisierung aus den Bereichen

- Angewandte Physikalische und Analytische Chemie
- Angewandte Synthesechemie
- Biotechnologie und Bioanalytik
- Hochleistungswerkstoffe
- Nachhaltige Technologien und Umwelttechnik.

Die in jedem Basisblock vermittelten spezifischen fachlichen und methodischen Kenntnisse werden durch ein unabhängig von der eingeschlagenen Spezialisierung wählbares Angebot an weiterführenden Lehrveranstaltungen ergänzt.

Kognitive und praktische Kompetenzen Absolvent_innen des Masterstudiums *Technische Chemie* sind in der Lage, das in Vorlesungen und Seminaren vermittelte theoretische Wissen und ihre in (Labor-) Übungen erworbenen praktischen Fertigkeiten anzuwenden. Damit sind sie in der Lage,

- die für die Lösung einer Fragestellung bestgeeigneten Methoden auszuwählen, anzuwenden und deren Ergebnisse zu interpretieren;
- Versuche mit den zugehörigen Versuchsanordnungen zu planen, selbständig durchzuführen, präzise und korrekt zu beobachten und zu beschreiben und kritisch auszuwerten.
- Sie besitzen Kenntnisse und Verständnis für die industrielle Umsetzung chemischer Prozesse und die damit verbundenen Anforderungen und Randbedingungen. Sie sind in der Lage,
- unter Anwendung ihrer theoretischen und praktischen Kenntnisse und Fertigkeiten wissenschaftlich/technische Aufgabenstellungen selbständig und kreativ zu lösen.
- Risiken für Mensch und Umwelt im Umgang und bei der Anwendung von Materialien, Produkten und Prozessen abzuschätzen und mit diesem Wissen verantwortungsvolle Entscheidungen zu treffen.
- interdisziplinäre wissenschaftlich/technologische Fragestellungen zu bearbeiten.

Soziale Kompetenzen und Selbstkompetenzen Absolvent_innen des Masterstudiums *Technische Chemie* verfügen über folgende fachübergreifende und fachunabhängige Kompetenzen:

- sie können existierende Methoden und Technologien kritisch bewerten und gegebenenfalls verbessern;
- sie können Modelle, theoretische Konzepte und experimentelle Daten kritisch hinterfragen und die Grenzen ihrer Anwendbarkeit erkennen.
- Sie sind fähig und bereit zur stetigen fachlichen Weiterbildung;
- sie sind teamfähig.
- Sie können Informationen, Probleme und Lösungen effizient vor einem fachkundigen wie auch vor einem Laienpublikum präsentieren.
- Sie sind sich der ethischen, gesellschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Dimension ihrer Tätigkeit bewusst.
- Sie können selbständig arbeiten und auch Führungsverantwortung wahrnehmen.

Diese fachübergreifenden Kompetenzen, Fähigkeiten und Kenntnisse werden sowohl explizit im Rahmen der Lehrveranstaltungen der Transferable Skills vermittelt, wie auch implizit in verschiedenen Lehrveranstaltungen aus dem Pflicht- und Wahlpflichtbereich des vorliegenden Studienplans. Im Detail wird hierzu auf die Modulbeschreibungen im Anhang verwiesen.

§3 Dauer und Umfang

Der Arbeitsaufwand für das Masterstudium *Technische Chemie* beträgt 120 ECTS-Punkte. Dies entspricht einer vorgesehenen Studiendauer von 4 Semestern als Vollzeitstudium.

ECTS-Punkte (ECTS) sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden. Ein Studienjahr umfasst 60 ECTS-Punkte, wobei ein ECTS-Punkt 25 Arbeitsstunden entspricht (gemäß § 54 Abs. 2 UG).

§4 Zulassung zum Masterstudium

Die Zulassung zum Masterstudium *Technische Chemie* setzt den 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 voraus. Fachlich in Frage kommend ist jedenfalls das Bachelorstudium *Technische Chemie* an der Technischen Universität Wien.

Zum Ausgleich wesentlicher fachlicher Unterschiede können Ergänzungsprüfungen im Ausmaß von maximal 30 ECTS-Punkten vorgeschrieben werden, die bis zum Ende des zweiten Semesters des Masterstudiums abzulegen sind.

Die Unterrichtssprache ist Englisch. Studienwerber_innen, deren Erstsprache nicht Englisch ist, haben die erforderlichen Sprachkenntnisse nachzuweisen. Die Form des Nachweises ist in einer Verordnung des Rektorats festgelegt.

§5 Aufbau des Studiums

Die Inhalte und Qualifikationen des Studiums werden durch *Module* vermittelt. Ein Modul ist eine Lehr- und Lerneinheit, welche durch Eingangs- und Ausgangsqualifikationen, Inhalt, Lehr- und Lernformen, den Regelarbeitsaufwand sowie die Leistungsbeurteilung gekennzeichnet ist. Die Absolvierung von Modulen erfolgt in Form einzelner oder mehrerer inhaltlich zusammenhängender *Lehrveranstaltungen*. Thematisch ähnliche Module werden zu *Prüfungsfächern* zusammengefasst, deren Bezeichnung samt Umfang und Gesamtnote auf dem Abschlusszeugnis ausgewiesen wird.

Prüfungsfächer und zugehörige Module

Das Masterstudium *Technische Chemie* gliedert sich in nachstehende Prüfungsfächer mit den ihnen zugeordneten Modulen.

Pflichtfächer (43,0 ECTS)

Basisblock (Basic block) (6,0 ECTS)

Aus den folgenden fünf Spezialisierungsblöcken ist einer verpflichtend zu wählen:

Spezialisierungsblock Angewandte Physikalische und Analytische Chemie (37,0 ECTS) (Specialization block applied physical and analytical chemistry)

Physikalisch-Chemische Grundlagen (Fundamentals in physical chemistry) (6,0 ECTS)

Eigenschaften von Oberflächen und Festkörpern (Properties of surfaces and solids) (6,0 ECTS)

Spektroskopie und analytische Trennverfahren (Spectroscopy and analytical separation methods) (6,0 ECTS)

Werkstoffanalytik (Materials analysis) (9,0 ECTS)

Laborübungen zur Physikalischen und Analytischen Chemie (Laboratory courses in physical and analytical chemistry) (10,0 ECTS)

Spezialisierungsblock Angewandte Synthesechemie (37,0 ECTS) (Specialization block applied synthetic chemistry)

Molekulare Grundlagen (Molecular basics) (9,0 ECTS)

Synthese von Materialien (Synthesis of materials) (6,0 ECTS)

Analytische Strategien (Analytical strategies) (6,0 ECTS)

Technologische Aspekte der Synthese (Technological aspects of synthesis) (6,0 ECTS)

Fortgeschrittenes Synthesepraktikum (Advanced laboratory course in synthetic chemistry) (10,0 ECTS)

Spezialisierungsblock Biotechnologie und Bioanalytik (37,0 ECTS) (Specialization block biotechnology and bioanalytics)

Grundlagen der Biochemie und Gentechnik (Basics of biochemistry and genetic engineering) (9,0 ECTS)

Grundlagen der Biologie und Mikrobiologie (Basics in biology and microbiology) (4,5 ECTS)

Biotechnologie und Bioverfahrenstechnik (Biotechnology and bioprocess engineering) (6,0 ECTS)

Analytische Biochemie und Bioinformatik (Analytical biochemistry and bioinformatics) (7,5 ECTS)

Laborübungen zur Biochemie, Biotechnologie und Biologie (Laboratory courses in biochemistry, biotechnology and biology) (10,0 ECTS)

Spezialisierungsblock Hochleistungswerkstoffe (37,0 ECTS) **(Specialization block high-performance materials)**

Werkstofftechnische Grundlagen (Fundamentals of materials technology) (6,0 ECTS)

Werkstofftechnologie (Materials technology) (9,0 ECTS)

Polymere und Verbunde (Polymers and composites) (6,0 ECTS)

Werkstoffcharakterisierung (Material characterization) (6,0 ECTS)

Praxis Hochleistungswerkstoffe

(Laboratory Courses High-Performance Materials) (10,0 ECTS)

Spezialisierungsblock Nachhaltige Technologien und Umwelttechnik (37,0 ECTS) **(Specialization block sustainable technologies and environmental engineering)**

Nachhaltige Technologien (Sustainable technologies) (9,0 ECTS)

Umwelttechnik (Environmental engineering) (6,0 ECTS)

Umwelt- und Prozessanalytik (Environmental and process analytics) (6,0 ECTS)

Zukunftsfähige Energietechnik (Sustainable Energy Technology) (6,0 ECTS)

Laborübung zu Nachhaltige Technologien und Umwelttechnik (Laboratory courses on sustainability and environmental engineering) (10,0 ECTS)

Gebundene Wahlfächer und Wahlübungen

Die folgenden Wahlmodule sind für alle Spezialisierungsblöcke wählbar (37,0 ECTS):

Basistechniken und -methoden (Basic techniques and methods) (9,0 ECTS)

Bioanalytik (Bioanalytics) (6,0 ECTS)

Biomicrofluidics: Lab-on-a-Chip Technologien in den Biowissenschaften (Biomicrofluidics: Lab-on-a-Chip technologies in the life sciences) (6,0 ECTS)

Biomoleküle (Biomolecules) (6,0 ECTS)

Bioprozesstechnik und Bioanalytik (Bioprocess technology and bioanalytics) (9,0 ECTS)

Bioressourcen (Bioresources) (9,0 ECTS)

Biotechnologie (Biotechnology) (6,0 ECTS)

Bioverfahrenstechnik (Bioprocess engineering) (7,0 ECTS)

Chemikalien- und Umweltrecht (Chemical and environmental law) (7,0 ECTS)

Chemische Biologie (Chemical biology) (6,0 ECTS)
 Chemische Reaktortechnik (Chemical reactor technology) (7,5 ECTS)
 Elektrochemie (Electrochemistry) (6,0 ECTS)
 Elektronenmikroskopie von Festkörpern (Electron microscopy of solids) (8,0 ECTS)
 Energetische Biomassenutzung (Energetic Biomass Utilization) (6,0 ECTS)
 Festkörperionik (Solid state ionics) (6,0 ECTS)
 Fortgeschrittene Anorganische Chemie (Advanced Inorganic Chemistry) (9,0 ECTS)
 Fortgeschrittene Organische Chemie (Advanced Organic Chemistry) (9,0 ECTS)
 Fortgeschrittene Polymerchemie (Advanced Polymer Chemistry) (6,0 ECTS)
 Fortgeschrittene Spektroskopie (Advanced Spectroscopy) (6,0 ECTS)
 Industrielle Katalyse (Industrial Catalysis) (9,0 ECTS)
 Massenspektrometrie (Mass spectrometry) (6,0 ECTS)
 Materialchemie (Materials chemistry) (6,0 ECTS)
 Medizinische Chemie (Medicinal chemistry) (6,0 ECTS)
 Methoden für Design und Analyse von Werkstoffen (Methods for designing and analysing materials) (6,0 ECTS)
 Mikrobiologie und Bioinformatik (Microbiology and bioinformatics) (8,0 ECTS)
 Theoretische und Computerchemie (Theoretical and Computational Chemistry) (9,0 ECTS)
 Pulvermetallurgie (Powder metallurgy) (6,0 ECTS)
 Radiochemie (Radiochemistry) (6,0 ECTS)
 Röntgenstrukturanalytik (X-ray structure analysis) (6,0 ECTS)
 Sekundärrohstoffe (Secondary raw materials) (6,0 ECTS)
 Simulation verfahrenstechnischer Prozesse (Simulation of chemical engineering processes) (5,0 ECTS)
 Stoffliche Biomassenutzung (Material biomass utilization) (6,0 ECTS)
 Technologie der Sonderwerkstoffe (Technology of specialty materials) (6,0 ECTS)
 Umweltanalytik (Environmental analysis) (6,0 ECTS)

Aus dem obigen Katalog an Wahlmodulen sind mindestens zwei zur Gänze zu absolvieren, die nicht ausschließlich aus Laborübungen bestehen. Die weiteren Lehrveranstaltungen können aus dem Angebot der Wahlmodule sowie der nicht gewählten Spezialisierungsblöcke gewählt.

Für die Spezialisierung „Biotechnologie und Bioanalytik“ sind jedenfalls die beiden Module

Mikrobiologie und Bioinformatik (Microbiology and bioinformatics) (8,0 ECTS)
 und

Bioprozesstechnik und Bioanalytik (Bioprocess technology and bioanalytics) (9,0 ECTS)

zur Gänze verpflichtend zu absolvieren.

Außerdem sind im Rahmen der gebundenen Wahl jedenfalls Wahlübungen im Ausmaß von mindestens 10,0 und maximal 16,0 ECTS zu absolvieren. Diese Wahlübungen sollen in Form von mindestens zwei verschiedenen Lehrveranstaltungen, die facheinschlägigen Studien an allen anerkannten in- und ausländischen Universitäten zugeordnet sind, in verschiedenen Forschungsgruppen durchgeführt werden. Die Wahlübungen können nach vorheriger Genehmigung durch das Studienrechtliche Organ auch im Rahmen eines facheinschlägigen Firmenpraktikums durchgeführt werden.

Freie Wahlfächer und Transferable Skills (10,0 ECTS)

Freie Wahlfächer und Transferable Skills (10,0 ECTS)

Die Lehrveranstaltungen für das Modul Freie Wahlfächer und Transferable Skills können frei aus dem Angebot aller anerkannten in- und ausländischen Universitäten gewählt werden, wobei jedoch mindestens 5,0 ECTS im Bereich Transferable Skills absolviert werden müssen.

Diplomarbeit (30,0 ECTS)

Siehe Abschnitt § 9.

Kurzbeschreibung der Module

Dieser Abschnitt charakterisiert die Module des Masterstudiums *Technische Chemie* in Kürze. Eine ausführliche Beschreibung ist in Anhang A zu finden.

Basisblock (Basic block) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlungen der relevanten Kenntnisse im Bereich Theoretischen Chemie und Chemischen Bindung sowie zur Vorbereitung für den Eintritt in die industrielle Praxis.

Physikalisch-Chemische Grundlagen (Fundamentals in physical chemistry) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung der Grundlagen von chemischer Kinetik und deren Anwendung in der Katalyse, sowie der thermodynamischen und kinetischen Eigenschaften von elektrochemischen Zellen.

Eigenschaften von Oberflächen und Festkörpern (Properties of surfaces and solids) (6,0 ECTS) Das Verständnis der Eigenschaften von Oberflächen und Festkörpern ist in fast allen Bereichen des Master TCH unerlässlich. Dieses Modul vermittelt das notwendige Wissen, um in später folgenden, thematisch verwandten Modulen Fragestellungen adäquat behandeln zu können.

Spektroskopie und analytische Trennverfahren (Spectroscopy and analytical separation methods) (6,0 ECTS) Dieses Modul dient der Vermittlung weiterführender analytischer Spektroskopietechniken, analytischer Trennverfahren und Kopplungstechniken, sowie deren Anwendungsgebiete.

Werkstoffanalytik (Materials analysis) (9,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung der Grundprinzipien der wichtigsten Festkörperanalysemethoden und der Fähigkeit diese zu einer methodenübergreifenden Lösung zu kombinieren.

Laborübungen zur Physikalischen und Analytischen Chemie (Laboratory courses in physical and analytical chemistry) (10,0 ECTS) Das Modul dient dem Erlernen der Fähigkeit physikalisch-chemischer und analytischer Charakterisierungsmethoden und diese auch praktisch einzusetzen.

Molekulare Grundlagen (Molecular basics) (9,0 ECTS) Das Modul dient zur Vermittlung des modernen Atommodells, zur Herleitung der Chemischen Eigenschaften von Haupt- und Nebengruppenelementen sowie der Lanthanoide, Actinoide und Trans-Actinoide, sowie die Vertiefung der Organischen Chemie in Bezug auf moderne Synthesekonzepte, Stereochemie, asymmetrische Synthese und den Grundlagen der physikalischen organischen Chemie sowie der Molekülorbitaltheorie.

Synthese von Materialien (Synthesis of materials) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung der Grundlagen zur Synthese anorganischer, organischer und makromolekularer Materialien, sowie der grundlegenden Fähigkeiten um in diesem Bereich zu arbeiten.

Analytische Strategien (Analytical strategies) (6,0 ECTS) Dieses Modul dient der Vermittlung wichtiger weiterführender analytischer Techniken und soll befähigen, Lösungsstrategien für komplexe Fragestellungen zu entwickeln.

Technologische Aspekte der Synthese (Technological aspects of synthesis) (6,0 ECTS) Dieses Modul dient der Vermittlung von Grundlagen chemischer Prozesse für die industrielle Praxis und zur Vorbereitung auf betriebliche Fragestellungen.

Fortgeschrittenes Synthesepraktikum (Advanced laboratory course in synthetic chemistry) (10,0 ECTS) Das Modul dient zur Vermittlung der Fähigkeit, komplexe mehrstufige Experimente aus der organischen, anorganischen und makromolekularen Chemie selbständig durchzuführen.

Grundlagen der Biochemie und Gentechnik (Basics of biochemistry and genetic engineering) (9,0 ECTS) Diese Modul dient einer tiefgehenden Einführung in die Molekularbiologie und Biochemie, aufbauend auf dem im Bachelorstudium Technische Chemie erworbenen Wissen zum Themenfeld. Ein detaillierter Einblick in Arbeitsmethoden der Molekularbiologie, Gentechnik und Genomanalyse wird vermittelt.

Grundlagen der Biologie und Mikrobiologie (Basics in biology and microbiology) (4,5 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung der Grundlagen moderner Biologie und Mikrobiologie, um zukünftige Biotechnolog*innen mit in der Industrie verwendeten Zellsystemen vertraut zu machen, sowie die Fähigkeiten für die Konzipierung von Strategien für die Innovation und Produktion von biotechnologischen Produkten.

Biotechnologie und Bioverfahrenstechnik (Biotechnology and bioprocess engineering) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung von Kenntnissen zur Entwicklung von biotechnologischen Verfahren und deren Transfer in die großtechnische

Produktion. Die Fähigkeit zur Konzipierung von Strategien für biotechnologische Produktionen und ingenieurwissenschaftliche Fragestellungen wird erworben.

Analytische Biochemie und Bioinformatik (Analytical biochemistry and bioinformatics) (7,5 ECTS) Das Modul dient der Einführung in die moderne Bioanalytik und Bioinformatik unter Berücksichtigung der zukunftsrelevanten Themengebiete aus Biotechnologie und Biochemie.

Laborübungen zur Biochemie, Biotechnologie und Biologie (Laboratory courses in biochemistry, biotechnology and biology) (10,0 ECTS) Das Modul dient der Verknüpfung von theoretischem Wissen der modernen Biochemie und Molekularbiologie mit dem gezielten Planen von Experimenten und deren praktischer Durchführung.

Werkstofftechnische Grundlagen (Fundamentals of materials technology) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung der Zusammenhänge zwischen Struktur und Aufbau von Werkstoffen, ihrer Eigenschaften und Einsatzmöglichkeiten, wie auch die Möglichkeiten die Eigenschaften zu beeinflussen.

Werkstofftechnologie (Materials technology) (9,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung grundlegender Kenntnisse über wichtige metallische und keramische Werkstoffe. Vertiefende Kenntnisse über die Grundlagen der Metallurgie und der Struktur-Eigenschaftsbeziehung von Funktions- und Strukturkeramiken werden vermittelt.

Polymere und Verbunde (Polymers and composites) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung von Grundlagen von organischen Polymeren und Verbundwerkstoffen, deren Struktur-Eigenschaftsbeziehungen und Einsatzmöglichkeiten.

Werkstoffcharakterisierung (Material characterization) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung der Grundprinzipien und Einsatzmöglichkeiten der wichtigsten Analysemethoden zur Werkstoffcharakterisierung, sowie der Fähigkeit für werkstoffanalytische Fragestellungen Analysestrategien zu entwickeln.

Praxis Hochleistungswerkstoffe

(Laboratory Courses High-Performance Materials) (10,0 ECTS) Das Modul dient der Wissensvermittlung anhand konkreter Aufgabenstellungen, die die praktische Herstellung, Verarbeitung, Charakterisierung, Anwendung, Nachbehandlung und Untersuchung von metallischen und keramischen Werkstoffen beinhalten.

Nachhaltige Technologien (Sustainable technologies) (9,0 ECTS) Das Modul dient der Vertiefung des Wissens über alternative Rohstoffe und Technologien für eine nachhaltige Entwicklung und der Vorstellung von Methoden zur Bewertung und Nachhaltigkeits-Analyse von Verfahren und Prozessen, um die Kompetenz zur Entwicklung nachhaltiger chemischer Produktionsprozesse und -Verfahren aufzubauen.

Umwelttechnik (Environmental engineering) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung der Grundlagen und der anlagentechnischen Realisierung von verschiedenen Abgasreinigungs- und Abwasserreinigungstechniken.

Chemikalien- und Umweltrecht (Chemical and environmental law) (7,0 ECTS) Das Modul dient der Vorstellung und Diskussion wichtiger rechtlicher Grundlagen des

Umweltschutzes, des Europäischen Chemikalienrechts, sowie der Diskussion schädlicher Wirkungen von Chemikalien auf Menschen und die Umwelt.

Umwelt- und Prozessanalytik (Environmental and process analytics) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung des Wissens über die Umweltchemie und deren Beeinflussung durch anthropogene Prozesse, sowie über die zur Darstellung nötigen chemischen und physikalischen Analysemethoden und fördert so die Bereitschaft für kreative und innovative Überlegungen im zukünftigen Beruf vom Produktionsprozess bis zur Immission.

Laborübung zu Nachhaltige Technologien und Umwelttechnik (Laboratory courses on sustainability and environmental engineering) (10,0 ECTS) Dieses Modul vermittelt anhand relevanter Beispiele Grundlagen und die Fähigkeiten zum selbständigen praktischen Arbeiten in den Bereichen Prozess- und Umweltanalytik, thermische und mechanische Trennverfahren, Brennstoff- und Energietechnologie.

Basistechniken und -methoden (Basic techniques and methods) (9,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung spezialisierungsübergreifender Kenntnisse der statistischen Datenauswertung und Chemometrie, der analytischen Qualitätssicherung und der physikalischen Messtechnik und Instrumentierung.

Bioanalytik (Bioanalytics) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Einführung in die Konzepte und Methoden der modernen Bioanalytik mit einem Schwerpunkt auf Massenspektrometrie-basierten Omics-Technologien, als auch der Vermittlung von Kenntnis und Beherrschung der Entwicklung und Anwendung von Strategien, Methoden und Techniken der Bioanalytik.

Biomicrofluidics: Lab-on-a-Chip Technologien in den Biowissenschaften (Biomicrofluidics: Lab-on-a-Chip technologies in the life sciences) (6,0 ECTS) Das Modul vermittelt die Herstellung von Biochips, Mikrobioreaktoren und mikrofluidischen Komponenten wie Mischer, Filter, Konzentrationsgradientengeneratoren und Aktuatoren aus Polymermaterialien sowie die Miniaturisierung und Integration von Sensoren.

Biomoleküle (Biomolecules) (6,0 ECTS) Die chemischen Eigenschaften und dreidimensionalen Strukturen von Biomolekülen sind für ihre Funktion in der Biologie von zentraler Bedeutung. Die Kenntnis der Eigenschaften und der Synthese der Moleküle des Lebens ist wichtig, um ihre biologische Funktion zu verstehen, zu manipulieren und sie in interdisziplinären Forschungsfragen anzuwenden. Dieses Modul vermittelt das notwendige Hintergrundwissen über die Klassifizierung, Synthese und Biologie der Moleküle des Lebens, illustriert durch aktuelle Beispiele aus der wissenschaftlichen Literatur wird das Verständnis moderner Techniken der chemischen Biologie vertieft.

Bioprozesstechnik und Bioanalytik (Bioprocess technology and bioanalytics) (9,0 ECTS) Das Modul dient dem Erlernen eines Bioprozesses der industriellen Biotechnologie, vernetzter Produktanalytik, rechnerischen bioverfahrenstechnischer Probleme und der Einführung in die Biostatistik.

Bioressourcen (Bioresources) (9,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung von Basiswissen über nachwachsende Rohstoffe und Lebensmittel sowie die Wechselwirkun-

gen zwischen Pflanzen und Umwelt. Dadurch wird eine Basis für eigenständiges und verantwortungsvolles Arbeiten in diesem Gebiet vermittelt.

Biotechnologie (Biotechnology) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung der Grundlagen der modernen Biotechnologie, sowie der Kenntnisse und Beherrschung der Konzipierung von Strategien für die Gewinnung und Anwendung von biotechnologischem Stammmaterial.

Bioverfahrenstechnik (Bioprocess engineering) (7,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung von Strategien für Prozessentwicklung der Bioverfahrenstechnik, multi-variater Versuchsplanung, und Grundlagen der biochemischen Prozessanalytik, sowie Kenntnissen zur Konzipierung von Biopharmazeutischen Anlagen.

Chemische Biologie (Chemical biology) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung von grundlegenden Kenntnissen im Bereich der chemischen Biologie, mit Fokus auf die Rolle relevanter Elemente und Moleküle in biologischen Systemen, die Grundlagen und Anwendungen biokatalytischer Reaktionen, die chemische und biosynthetische Modifikation von Biomolekülen, sowie chemisch-biologische Methoden zur Untersuchung und gezielten Kontrolle biologischer Systeme.

Chemische Reaktortechnik (Chemical reactor technology) (7,5 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung der Grundlagen und Vertiefung der chemischen Verfahrenstechnik, Basiswissen der Wirbelschichttechnik und der Bearbeitung auf praxisnahe Problemstellungen.

Elektrochemie (Electrochemistry) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung von Kenntnissen über grundlegende Zusammenhänge in elektrochemischen Systemen, methodische Vorgangsweisen zu deren Charakterisierung durch elektrochemische Messungen und elektrochemische Eigenschaften von Materialien.

Elektronenmikroskopie von Festkörpern (Electron microscopy of solids) (8,0 ECTS) Die Elektronenmikroskopie ist eine überaus wichtige Methodik zur Charakterisierung von neuen Materialien. Dieses Modul vermittelt die Theorie und Praxis der Anwendung moderner elektronenmikroskopischer Verfahren und Techniken.

Energetische Biomassenutzung (Energetic Biomass Utilization) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung grundlegender und weiterführender Kenntnisse und Methoden auf dem Gebiet der thermischen Biomassenutzung sowie der Konversion biogener Rohstoffe in der modernen Raffinerietechnik.

Fortgeschrittene Anorganische Chemie (Advanced Inorganic Chemistry) (9,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung von fortgeschrittenen Konzepten in der modernen koordinations- und metallorganischen Chemie

Fortgeschrittene Organische Chemie (Advanced Organic Chemistry) (9,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung fortgeschrittener Konzepte in der modernen organischen Synthesechemie; Vertiefung von modernen Synthesemethoden und –taktiken für den anwendungsorientierten Einsatz mit besonderem Fokus auf katalytische Methoden; Planung der Synthese höher funktionalisierter organischer Moleküle; Beherrschung der Namensgebung in der organischen Chemie.

Fortgeschrittene Polymerchemie (Advanced Polymer Chemistry) (6,0 ECTS)

Das Modul dient der Vermittlung von Kenntnissen spezieller Synthesemethoden für definierte Polymerarchitekturen, zur Synthese neuer funktioneller polymerer Materialien und wichtiger Charakterisierungsmethoden für spezielle Polymere und mehrphasige polymere Materialien.

Fortgeschrittene Spektroskopie (Advanced Spectroscopy) (6,0 ECTS)

Das Modul dient der Vorstellung und Diskussion wichtiger fortgeschrittener Methoden und Techniken aus den Bereichen der Kernresonanz- und der Schwingungsspektroskopie.

Industrielle Katalyse (Industrial Catalysis) (9,0 ECTS)

In diesem Modul werden die Grundlagen der Katalyse im Kontext der Verfahrenstechnik vorgestellt. Das Modul bietet einen Überblick über die verschiedenen Katalysatorklassen mit ihren spezifischen Definitionen, mechanistischen Eigenschaften, Herstellungsmethoden und industriellen Anwendungsbeispielen.

Festkörperionik (Solid state ionics) (6,0 ECTS)

Das Modul dient dem Vertiefen der Kenntnisse zu den physikalisch-chemischen Prinzipien, welche den Eigenschaften funktionskeramischer Materialien zugrunde liegen und zur Anwendung dieser Prinzipien in elektrochemischen Zellen wie Lithiumionenbatterien und Brennstoffzellen.

Massenspektrometrie (Mass spectrometry) (6,0 ECTS)

Das Modul dient der Vermittlung neuer Konzepte und Methoden der Molekül- und Element- Massenspektrometrie unter Berücksichtigung von zukunftsrelevanten Themengebieten.

Materialchemie (Materials chemistry) (6,0 ECTS)

Dieses Moduls ermöglicht es den Studierenden wichtige theoretische Grundlagen von Nanomaterialien zu verstehen, Einflüsse von „Nano“ auf physikalische und chemische Eigenschaften (optischen, elektronischen, strukturellen) herzuleiten, theoretische Konzepte auf verwandte Materialklassen anzuwenden, und wichtige Synthesewege, Charakterisierungsmethoden und Anwendungen zu beschreiben.

Medizinische Chemie (Medicinal chemistry) (6,0 ECTS)

Das Modul dient der Vermittlung grundlegender Eigenschaften von biologisch aktiven Verbindungen und deren Wirkmechanismen sowie den Grundlagen und der Anwendung von modernen diagnostischen und therapeutischen Strategien.

Methoden für Design und Analyse von Werkstoffen (Methods for designing and analysing materials) (6,0 ECTS)

Das Modul dient der Vermittlung der Grundlagen thermochemischer Analysenwerkzeuge sowie computerunterstützter Methoden, die für die Entwicklung neuer Werkstoffe, Analyse und Optimierung von Werkstoffen und Produktionsprozessen verwendet werden.

Mikrobiologie und Bioinformatik (Microbiology and bioinformatics) (8,0 ECTS)

Das Modul dient der Einführung in die grundlegenden Arbeitsmethoden der angewandten bioinformatischen Datenanalyse sowie der praktischen Aspekte der Mikrobiologie.

Theoretische und Computerchemie (Theoretical and Computational Chemistry) (9,0 ECTS)

Die Vorhersage von Materialeigenschaften durch atomistische

Simulationen ist in allen Bereichen der Chemie wichtig. Dieses Modul liefert den notwendigen Hintergrund in Theoretischer und Computerchemie, um prognostische Simulationen von kondensierter Materie, Materialien, Oberflächen und Molekülen durchzuführen.

Pulvermetallurgie (Powder metallurgy) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung der Grundlagen der pulvermetallurgischen Prozesse zur Herstellung von Sinterwerkstoffen sowie deren Anwendung zur Synthese von pulvermetallurgischen Werkstoffen und Produkten, darunter Sinterstähle, Schneidwerkstoffe oder metallische Hochtemperaturwerkstoffe.

Radiochemie (Radiochemistry) (6.0 ECTS) Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage, Grundkenntnisse im Strahlenschutz für ein sicheres Arbeiten mit radiochemischen Verfahren anzuwenden. Sie können die diversen Messmethoden und deren sichere und konkrete Anwendung beschreiben. Sie können die Nuklidkarte und unterschiedliche Strahlenarten in Bezug auf deren Anwendung in der Radiochemie, nuklearen Forensik sowie radiopharmazeutischen Chemie diskutieren. Die Studierenden können die chemischen Eigenschaften und mögliche Synthese- bzw. Markierungsverfahren in Bezug auf die Entwicklung von radioaktiv markierten Sonden und Therapeutika erklären. Sie sind in der Lage, die Herstellungs- und Syntheseverfahren mit konkreten Beispielen für radioaktiv markierte Verbindungen in der Radiopharmazie wiederzugeben.

Röntgenstrukturanalytik (X-ray structure analysis) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung der Grundlagen und Methoden von Röntgenbeugungsmethoden anhand aktueller Beispiele.

Sekundärrohstoffe (Secondary raw materials) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung der gesetzlichen Grundlagen der Abfallwirtschaft mit Schwerpunkt Recycling, vertiefender ingenieurwissenschaftlicher Kenntnisse zur Lösung von Problemen aus der Abfallwirtschaft und den Grundlagen von Urban Mining, wobei ein umfassender Ansatz aufgezeigt wird.

Simulation verfahrenstechnischer Prozesse (Simulation of chemical engineering processes) (5,0 ECTS) Das Modul dient der Erarbeitung der Grundlagen und Grenzen der Prozess-Simulation und der Vermittlung der Vor- und Nachteile einzelner Programme, um die Methodik der Problemanalyse und -lösung mittels Prozess-Simulation umsetzen zu können.

Stoffliche Biomassenutzung (Material biomass utilization) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung der Planung, Bilanzierung und Grobdimensionierung der stofflichen Nutzung von Biomasse unter Auswahl von geeigneten Methoden und Verfahren für die Behandlung.

Technologie der Sonderwerkstoffe (Technology of specialty materials) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung der technologischen Grundlagen zur Herstellung und zum technischen Einsatz anorganischer Sonderwerkstoffe, darunter technische Keramiken sowie Hart- und Superhartstoffe.

Umweltanalytik (Environmental analysis) (6,0 ECTS) Das Modul dient der Vermittlung von Analysenkonzepten und Strategien im Bereich der Umweltanalytik und

geht dabei von speziellen Fragestellungen aus.

Zukunftsfähige Energietechnik (Sustainable Energy Technology) (6,0 ECTS)

Dieses Modul dient der Vermittlung von Kenntnissen über Brennstoff-, Energietechnik und deren Nachhaltigkeit, sowie von Kenntnissen über elektrochemische Energieumwandlung und Energiespeicherung.

Freie Wahlfächer und Transferable Skills (10,0 ECTS) Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

§ 6 Lehrveranstaltungen

Die Stoffgebiete der Module werden durch Lehrveranstaltungen vermittelt. Die Lehrveranstaltungen der einzelnen Module sind in Anhang A in den jeweiligen Modulbeschreibungen spezifiziert. Lehrveranstaltungen werden durch Prüfungen im Sinne des UG beurteilt. Die Arten der Lehrveranstaltungsbeurteilungen sind in der Prüfungsordnung (§ 7) festgelegt.

Betreffend die Möglichkeiten der Studienkommission, Module um Lehrveranstaltungen für ein Semester zu erweitern, und des Studienrechtlichen Organs, Lehrveranstaltungen individuell für einzelne Studierende Wahlmodulen zuzuordnen, wird auf § 27 des Studienrechtlichen Teils der Satzung der TU Wien verwiesen.

Vorgaben zu Lehrveranstaltungen und Prüfungen aus dem Universitätsgesetz 2002

Vor Beginn jedes Semesters ist ein elektronisches Verzeichnis der Lehrveranstaltungen zu veröffentlichen (Titel, Name der Leiterin oder des Leiters, Art, Form inklusive Angabe des Ortes und Termine der Lehrveranstaltung). Dieses ist laufend zu aktualisieren.

Die Leiterinnen und Leiter einer Lehrveranstaltung haben, zusätzlich zum veröffentlichten Verzeichnis, vor Beginn jedes Semesters die Studierenden in geeigneter Weise über die Ziele, die Form, die Inhalte, die Termine und die Methoden ihrer Lehrveranstaltungen sowie über die Inhalte, die Form, die Methoden, die Termine, die Beurteilungskriterien und die Beurteilungsmaßstäbe der Prüfungen zu informieren.

Für Prüfungen, die in Form eines einzigen Prüfungsvorganges durchgeführt werden, sind Prüfungstermine jedenfalls drei Mal in jedem Semester (laut Satzung am Anfang, zu Mitte und am Ende) anzusetzen, wobei die Studierenden vor Beginn jedes Semesters über die Inhalte, die Form, die Methoden, die Termine, die Beurteilungskriterien und die Beurteilungsmaßstäbe der Prüfungen zu informieren sind.

Bei Prüfungen mit Mitteln der elektronischen Kommunikation ist eine ordnungsgemäße Durchführung der Prüfung zu gewährleisten, wobei zusätzlich zu den allgemeinen Regelungen zu Prüfungen folgende Mindestanforderungen einzuhalten sind:

- Vor Semesterbeginn Bekanntgabe der Standards, die die technischen Geräte der Studierenden erfüllen müssen, damit Studierende an diesen Prüfungen teilnehmen können.

- Zur Gewährleistung der eigenständigen Erbringung der Prüfungsleistung durch die Studierende oder den Studierenden sind technische oder organisatorische Maßnahmen vorzusehen.
- Bei technischen Problemen, die ohne Verschulden der oder des Studierenden auftreten, ist die Prüfung abzubrechen und nicht auf die zulässige Zahl der Prüfungsantritte anzurechnen.

Vorgaben zu Lehrveranstaltungen aus der Satzung der TU Wien

Im Folgenden steht SSB für *Satzung der TU Wien, Studienrechtliche Bestimmungen*.

- Der Umfang einer Lehrveranstaltung ist in ECTS-Anrechnungspunkten und in Semesterstunden anzugeben. [§ 9 SSB (Module und Lehrveranstaltungen)]
- Die Abhaltung einer Lehrveranstaltung als „Blocklehrveranstaltungen“ ist nach Genehmigung durch die Studiendekanin/den Studiendekan möglich. [§ 9 SSB (Module und Lehrveranstaltungen)]
- Die Abhaltung von Lehrveranstaltungen und Prüfungen in einer Fremdsprache ist nach Genehmigung durch die Studiendekanin/den Studiendekan möglich. [§ 11 SSB (Fremdsprachen)]
- Lehrveranstaltungsprüfungen dienen dem Nachweis der Lernergebnisse, die durch eine einzelne LVA vermittelt wurden. [§ 12 SSB (Lehrveranstaltungsprüfung)]
- Die Lehrveranstaltungsprüfungen sind von der Leiterin/dem Leiter der Lehrveranstaltung abzuhalten. Bei Bedarf hat das Studienrechtliche Organ eine andere fachlich geeignete Prüferin/einen anderen fachlich geeigneten Prüfer zu bestellen. [§ 12 SSB (Lehrveranstaltungsprüfung)]
- Jedenfalls sind für Prüfungen in Pflicht- und Wahlpflichtlehrveranstaltungen, die in einem einzigen Prüfungsakt enden, drei Prüfungstermine für den Anfang, für die Mitte und für das Ende jedes Semester anzusetzen. Diese sind mit Datum vor Semesterbeginn bekannt zu geben. [§ 15 SSB (Prüfungstermine)]
- Prüfungen dürfen auch am Beginn und am Ende lehrveranstaltungsfreier Zeiten abgehalten werden. [§ 15 SSB (Prüfungstermine)]
- Die Prüfungstermine sind in geeigneter Weise bekannt zu machen. [§ 15 SSB (Prüfungstermine)]

Beschreibung der Lehrveranstaltungstypen

VO: Vorlesungen sind Lehrveranstaltungen, in denen die Inhalte und Methoden eines Faches unter besonderer Berücksichtigung seiner spezifischen Fragestellungen, Begriffsbildungen und Lösungsansätze vorgetragen werden. Die Prüfung wird mit einem einzigen Prüfungsvorgang durchgeführt. In der Modulbeschreibung ist der Prüfungsvorgang je Lehrveranstaltung (schriftlich oder mündlich, oder schriftlich und mündlich) festzulegen. Bei Vorlesungen herrscht keine Anwesenheitspflicht, das Erreichen der Lernergebnisse muss dennoch gesichert sein.

- EX:** Exkursionen sind Lehrveranstaltungen, die außerhalb der Räumlichkeiten der TU Wien stattfinden. Sie dienen der Vertiefung von Lehrinhalten im jeweiligen lokalen Kontext.
- LU:** Laborübungen sind Lehrveranstaltungen, in denen Studierende einzeln oder in Gruppen unter Anleitung von Betreuer_innen experimentelle Aufgaben lösen, um den Umgang mit Geräten und Materialien sowie die experimentelle Methodik des Faches zu lernen. Die experimentellen Einrichtungen und Arbeitsplätze werden zur Verfügung gestellt.
- PR:** Projekte sind Lehrveranstaltungen, in denen das Verständnis von Teilgebieten eines Faches durch die Lösung von konkreten experimentellen, numerischen, theoretischen oder künstlerischen Aufgaben vertieft und ergänzt wird. Projekte orientieren sich am Qualifikationsprofil des Studiums und ergänzen die Berufsvorbildung bzw. wissenschaftliche Ausbildung.
- SE:** Seminare sind Lehrveranstaltungen, bei denen sich Studierende mit einem gestellten Thema oder Projekt auseinandersetzen und dieses mit wissenschaftlichen Methoden bearbeiten, wobei eine Reflexion über die Problemlösung sowie ein wissenschaftlicher Diskurs gefordert werden.
- UE:** Übungen sind Lehrveranstaltungen, in denen konkrete Aufgabenstellungen – beispielsweise rechnerisch, konstruktiv, künstlerisch oder experimentell – zu bearbeiten sind. Dabei werden unter fachlicher Anleitung oder Betreuung die Fähigkeiten und Fertigkeiten der Studierenden zur Anwendung auf konkrete Aufgabenstellungen entwickelt.
- VU:** Vorlesungen mit integrierter Übung sind Lehrveranstaltungen, in denen die beiden Lehrveranstaltungstypen VO und UE in einer einzigen Lehrveranstaltung kombiniert werden. Der jeweilige Übungs- und Vorlesungsanteil darf ein Viertel des Umfanges der gesamten Lehrveranstaltungen nicht unterschreiten. Beim Lehrveranstaltungstyp VU ist der Übungsteil jedenfalls prüfungsimmanent, der Vorlesungsteil kann in einem Prüfungsakt oder prüfungsimmanent geprüft werden. Unzulässig ist es daher, den Übungsteil und den Vorlesungsteil gemeinsam in einem einzigen Prüfungsvorgang zu prüfen.

Beschreibung der Lehrveranstaltungen und Prüfungen im Informationssystem zu Studien und Lehre

- Typ der Lehrveranstaltung (VO, EX, LU, PR, SE, UE, VU)
- Form (Präsenz, Online, Hybrid, Blended)
- Termine (Angabe der Termine, gegebenenfalls auch die für die positive Absolvierung erforderliche Anwesenheit)
- Inhalte (Beschreibung der Inhalte, Vorkenntnisse)
- Literaturangaben

- Lernergebnisse (Umfassende Beschreibung der Lernergebnisse)
- Methoden (Beschreibung der Methoden in Abstimmung mit Lernergebnissen und Leistungsnachweis)
- Leistungsnachweis (in Abstimmung mit Lernergebnissen und Methoden)
 - Ausweis der Teilleistungen, inklusive Kennzeichnung, welche Teilleistungen wiederholbar sind. Bei Typ VO entfällt dieser Punkt.
- Prüfungen:
 - Inhalte (Beschreibung der Inhalte, Literaturangaben)
 - Form (Präsenz, Online)
 - Prüfungsart bzw. Modus
 - * Typ VO: schriftlich, mündlich oder schriftlich und mündlich;
 - * bei allen anderen Typen: Ausweis der Teilleistungen inklusive Art und Modus beziehend auf die in der Lehrveranstaltung angestrebten Lernergebnisse.
 - Termine (Angabe der Termine)
 - Beurteilungskriterien und Beurteilungsmaßstäbe

§7 Prüfungsordnung

Der positive Abschluss des Masterstudiums erfordert:

1. die positive Absolvierung der im Studienplan vorgeschriebenen Module, wobei ein Modul als positiv absolviert gilt, wenn die ihm gemäß Modulbeschreibung zuzurechnenden Lehrveranstaltungen positiv absolviert wurden, sowie die positive Absolvierung der Lehrveranstaltung *Seminar für Diplomand_innen*,
2. die Abfassung einer positiv beurteilten Diplomarbeit und
3. die positive Absolvierung der kommissionellen Abschlussprüfung. Diese erfolgt mündlich vor einem Prüfungssenat gemäß § 13 und § 19 der *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien* und dient der Präsentation und Verteidigung der Diplomarbeit und dem Nachweis der Beherrschung des wissenschaftlichen Umfeldes. Dabei ist vor allem auf Verständnis und Überblickswissen Bedacht zu nehmen. Die Anmeldevoraussetzungen zur kommissionellen Abschlussprüfung gemäß § 17 (1) der *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien* sind erfüllt, wenn die Punkte 1 und 2 erbracht sind.

Das Abschlusszeugnis beinhaltet

- (a) die Prüfungsfächer mit ihrem jeweiligen Umfang in ECTS-Punkten und ihren Noten,
- (b) das Thema und die Note der Diplomarbeit,

- (c) die Note der kommissionellen Abschlussprüfung,
- (d) die Gesamtbeurteilung sowie
- (e) auf Antrag des_der Studierenden die Gesamtnote des absolvierten Studiums gemäß §72a UG und
- (f) die Angabe der gewählten Spezialisierung.

Die Note des Prüfungsfaches „Diplomarbeit“ ergibt sich aus der Note der Diplomarbeit. Die Note jedes anderen Prüfungsfaches ergibt sich durch Mittelung der Noten jener Lehrveranstaltungen, die dem Prüfungsfach über die darin enthaltenen Module zuzuordnen sind, wobei die Noten mit dem ECTS-Umfang der Lehrveranstaltungen gewichtet werden. Bei einem Nachkommateil kleiner gleich 0,5 wird abgerundet, andernfalls wird aufgerundet. Wenn keines der Prüfungsfächer schlechter als mit „gut“ und mindestens die Hälfte mit „sehr gut“ benotet wurde, so lautet die *Gesamtbeurteilung* „mit Auszeichnung bestanden“ und ansonsten „bestanden“.

Lehrveranstaltungen des Typs VO (Vorlesung) werden aufgrund einer abschließenden mündlichen und/oder schriftlichen Prüfung beurteilt. Alle anderen Lehrveranstaltungen besitzen immanenten Prüfungscharakter, d.h., die Beurteilung erfolgt laufend durch eine begleitende Erfolgskontrolle sowie optional durch eine zusätzliche abschließende Teilprüfung.

Zusätzlich können zur Erhöhung der Studierbarkeit Gesamtprüfungen zu Lehrveranstaltungen mit immanentem Prüfungscharakter angeboten werden, wobei diese wie ein Prüfungstermin für eine Vorlesung abgehalten werden müssen.

Der positive Erfolg von Prüfungen und wissenschaftlichen sowie künstlerischen Arbeiten ist mit „sehr gut“ (1), „gut“ (2), „befriedigend“ (3) oder „genügend“ (4), der negative Erfolg ist mit „nicht genügend“ (5) zu beurteilen. Bei Lehrveranstaltungen, bei denen eine Beurteilung in der oben genannten Form nicht möglich ist, werden diese durch „mit Erfolg teilgenommen“ (E) bzw. „ohne Erfolg teilgenommen“ (O) beurteilt.

§8 Studierbarkeit und Mobilität

Studierende des Masterstudiums *Technische Chemie* sollen ihr Studium mit angemessenem Aufwand in der dafür vorgesehenen Zeit abschließen können.

Den Studierenden wird empfohlen, ihr Studium nach dem Semestervorschlag in Anhang D zu absolvieren. Studierenden, die ihr Studium im Sommersemester beginnen, wird empfohlen, ihr Studium nach der Semesterempfehlung in Anhang E zu absolvieren.

Die Anerkennung von im Ausland absolvierten Studienleistungen erfolgt durch das zuständige studienrechtliche Organ. Zur Erleichterung der Mobilität stehen die in § 27 Abs. 1 bis 3 der *Studienrechtlichen Bestimmungen der Satzung der Technischen Universität Wien* angeführten Möglichkeiten zur Verfügung. Diese Bestimmungen können in Einzelfällen auch zur Verbesserung der Studierbarkeit eingesetzt werden.

Die im Zuge einer Mobilität erreichten ECTS können verwendet werden, um die im Modul „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“ geforderten Transferable Skills im

entsprechenden Ausmaß abzudecken. Insbesondere können sie auch dem Themenpool Technikfolgenabschätzung, Technikgenese, Wissenschaftsethik, Gender Mainstreaming und Diversity Management zugerechnet werden.

Ist in einer Lehrveranstaltung die Beschränkung der Teilnehmer_innenzahl erforderlich und kann diese zu Studienzeitverzögerungen führen, sind entsprechend UG § 58 Abs. 8 die Anzahl der Plätze und die Vergabemodalitäten im Studienplan in der jeweiligen Modulbeschreibung vermerkt.

Wenn nicht anders in der Modulbeschreibung angeführt, so gelten bei Lehrveranstaltungen mit beschränkter Teilnehmerzahl folgende Reihungskriterien in der angeführten Reihenfolge:

1. Datum der Prüfung, die die Eingangsvoraussetzung für die Lehrveranstaltung mit beschränkten Ressourcen darstellt.
2. Innerhalb eines Prüfungstermins erfolgt die Reihung nach der Prüfungsnote.

Die Zahl der jeweils verfügbaren Plätze in Lehrveranstaltungen mit beschränkten Ressourcen wird von der Lehrveranstaltungsleitung festgelegt und vorab bekannt gegeben. Die Lehrveranstaltungsleitung ist berechtigt, für ihre Lehrveranstaltung Ausnahmen von der Teilnahmebeschränkung zuzulassen.

§ 9 Diplomarbeit

Die Diplomarbeit ist eine künstlerisch-wissenschaftliche Arbeit, die dem Nachweis der Befähigung dient, ein Thema selbstständig inhaltlich und methodisch vertretbar zu bearbeiten. Das Thema der Diplomarbeit ist von der oder dem Studierenden frei wählbar und muss im Einklang mit dem Qualifikationsprofil stehen.

Das Prüfungsfach *Diplomarbeit* umfasst 30 ECTS-Punkte und besteht aus der wissenschaftlichen Arbeit (Diplomarbeit), die mit 27 ECTS-Punkten bewertet wird, aus der kommissionellen Abschlussprüfung im Ausmaß von 1,5 ECTS-Punkten und einem „Seminar für Diplomand_innen“ im Ausmaß von 1,5 ECTS-Punkten.

§ 10 Akademischer Grad

Den Absolvent_innen des Masterstudiums *Technische Chemie* wird der akademische Grad „Diplom-Ingenieur“/„Diplom-Ingenieurin“ – abgekürzt „Dipl.-Ing.“ oder „DI“ (international vergleichbar mit „Master of Science“) – verliehen.

§ 11 Qualitätsmanagement

Das Qualitätsmanagement des Masterstudiums *Technische Chemie* gewährleistet, dass das Studium in Bezug auf die studienbezogenen Qualitätsziele der TU Wien konsistent

konzipiert ist und effizient und effektiv abgewickelt sowie regelmäßig überprüft wird. Das Qualitätsmanagement des Studiums erfolgt entsprechend dem Plan-Do-Check-Act Modell nach standardisierten Prozessen und ist zielgruppenorientiert gestaltet. Die Zielgruppen des Qualitätsmanagements sind universitätsintern die Studierenden und die Lehrenden sowie extern die Gesellschaft, die Wirtschaft und die Verwaltung, einschließlich des Arbeitsmarktes für die Studienabgänger_innen.

In Anbetracht der definierten Zielgruppen werden sechs Ziele für die Qualität der Studien an der Technischen Universität Wien festgelegt: (1) In Hinblick auf die Qualität und Aktualität des Studienplans ist die Relevanz des Qualifikationsprofils für die Gesellschaft und den Arbeitsmarkt gewährleistet. In Hinblick auf die Qualität der inhaltlichen Umsetzung des Studienplans sind (2) die Lernergebnisse in den Modulen des Studienplans geeignet gestaltet um das Qualifikationsprofil umzusetzen, (3) die Lernaktivitäten und -methoden geeignet gewählt, um die Lernergebnisse zu erreichen, und (4) die Leistungsnachweise geeignet, um die Erreichung der Lernergebnisse zu überprüfen. (5) In Hinblick auf die Studierbarkeit der Studienpläne sind die Rahmenbedingungen gegeben, um diese zu gewährleisten. (6) In Hinblick auf die Lehrbarkeit verfügt das Lehrpersonal über fachliche und zeitliche Ressourcen um qualitätsvolle Lehre zu gewährleisten.

Um die Qualität der Studien zu gewährleisten, werden der Fortschritt bei Planung, Entwicklung und Sicherung aller sechs Qualitätsziele getrennt erhoben und publiziert. Die Qualitätssicherung überprüft die Erreichung der sechs Qualitätsziele. Zur Messung des ersten und zweiten Qualitätszieles wird von der Studienkommission zumindest einmal pro Funktionsperiode eine Überprüfung des Qualifikationsprofils und der Modulbeschreibungen vorgenommen. Zur Überprüfung der Qualitätsziele zwei bis fünf liefert die laufende Bewertung durch Studierende, ebenso wie individuelle Rückmeldungen zum Studienbetrieb an das Studienrechtliche Organ, laufend ein Gesamtbild über die Abwicklung des Studienplans. Die laufende Überprüfung dient auch der Identifikation kritischer Lehrveranstaltungen, für welche in Abstimmung zwischen studienrechtlichem Organ, Studienkommission und Lehrveranstaltungsleiter_innen geeignete Anpassungsmaßnahmen abgeleitet und umgesetzt werden. Das sechste Qualitätsziel wird durch qualitätssichernde Instrumente im Personalbereich abgedeckt. Zusätzlich zur internen Qualitätssicherung wird alle sieben Jahre eine externe Evaluierung der Studien vorgenommen.

§ 12 Inkrafttreten

Dieser Studienplan tritt mit 1. Oktober 2025 in Kraft.

§ 13 Übergangsbestimmungen

Die Übergangsbestimmungen sind in Anhang B zu finden.

A Modulbeschreibungen

Die den Modulen zugeordneten Lehrveranstaltungen werden in folgender Form angeführt:

9,9/9,9 XX Titel der Lehrveranstaltung

Dabei bezeichnet die erste Zahl den Umfang der Lehrveranstaltung in ECTS-Punkten und die zweite ihren Umfang in Semesterstunden. ECTS-Punkte sind ein Maß für den Arbeitsaufwand der Studierenden, wobei ein Studienjahr 60 ECTS-Punkte umfasst und ein ECTS-Punkt 25 Stunden zu je 60 Minuten entspricht. Eine Semesterstunde entspricht so vielen Unterrichtseinheiten wie das Semester Unterrichtswochen umfasst. Eine Unterrichtseinheit dauert 45 Minuten. Der Typ der Lehrveranstaltung (XX) ist in §6 unter *Lehrveranstaltungstypen* auf Seite 17 im Detail erläutert.

Basisblock (Basic block)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die Basiskonzepte der Theoretischen Chemie und chemischen Bindung, sowie produktionsrelevante Fragestellungen zu erläutern, wie z.B. Rohstoffversorgung, Abfallwirtschaft, Umweltaspekte und MitarbeiterInnenschutz.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierende sind in der Lage Vor- und Nachteile der verschiedenen Näherungen der Theoretischen Chemie zu analysieren und einander gegenüberzustellen.

Die Studierenden sind in der Lage die Notwendigkeit als auch die Bedeutung der unterschiedlichen praktischen Umsetzung im Labor und in der Großproduktion zu erklären. Außerdem können die Studierenden Innovation in der Forschung auf ihre grundsätzliche Umsetzbarkeit in der industriellen Praxis bewerten.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden können die vorgestellten Inhalte zielgerichtet diskutieren.

Inhalt: Quantenmechanik, Schrödinger-Gleichung, Molekülorbitale, LCAO (linear combination of atomic orbitals), Dichtefunktionaltheorie, Molekülvibration, Computerprogramme;

Vorgaben für industrielle Produktion; Upscaling; Rohstoffquellen, Stoffkreisläufe/Nachhaltigkeit, Entsorgung, Abluft/Abwasserreinigung; Qualitätsaspekte; ArbeitnehmerInnenschutz.

Erwartete Vorkenntnisse:

Kenntnisse der Chemischen Technologien aus dem Bachelorstudium (zu erwerben im Modul „Chemische Technologien“), Grundlagen der Quantenmechanik aus dem Bachelorstudium (zu erwerben in der Vorlesung „Physikalische Chemie II“)

Laborpraxis; Erfahrung mit chemischen Synthesen (auf Bachelor-Niveau Chemie bzw. Technische Chemie)

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Frontalvortrag (Online und Präsenz) mit Präsentation und Diskussion von Beispielen
Leistungsbeurteilung: Prüfung schriftlich oder mündlich

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Theoretische Chemie

3,0/2,0 VO Industrielle Chemie

Beide Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Physikalisch-Chemische Grundlagen (Fundamentals in physical chemistry)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die Grundprinzipien chemischer Kinetik und deren Anwendung in der Katalyse zu erklären. Des Weiteren können sie die Breite der katalysebezogenen Themen von der Grundlagenuntersuchung bis zur Anwendung in großtechnischen Verfahren von homogener Katalyse mit Enzymen bis zu heterogener Katalyse an Oberflächen, als auch die kinetische Beschreibung elektrochemischer Systeme, physikalisch-chemische Grundlagen zum Verständnis der Eigenschaften von elektrochemischen Zellen für Energieumwandlung und Energiespeicherung (Batterien, Brennstoffzellen, Elektrolysezellen, photo-elektrochemische Zellen) erläutern und erklären.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage chemisch-kinetische und elektrochemische Konzepte auf Themen in verschiedenen Bereichen der heterogenen und homogenen Katalyse und für die elektrochemische Energieumwandlung anzuwenden.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden können chemische-kinetische und elektrochemische Konzepte diskutieren und präsentieren.

Inhalt:

- Grundprinzipien der chemischen Kinetik

- Homogene und heterogene Katalyse
- Großtechnische katalytische Prozesse und Umweltkatalyse
- Methoden der Katalysatorforschung und Katalyse auf atomarer Ebene
- Grundprinzipien elektrochemischer Kinetik
- Elektrochemische Energieumwandlungs- und -speicherungssysteme (Batterien, Brennstoffzellen, Elektrolysezellen, Superkondensatoren)
- Eigenschaften dieser Systeme und Erklärung dieser Eigenschaften aus den Grundprinzipien elektrochemischer Thermodynamik und Kinetik

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlagen der Physikalischen Chemie und Elektrochemie

Grundlegende Fähigkeit zur Anwendung physikalischer Beschreibungsmethoden auf chemische Systeme

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag mit Präsentation von Beispielen, Diskussion mit den Studierenden.

Leistungskontrolle durch schriftliche oder mündliche Prüfung.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Katalyse und Kinetik

3,0/2,0 VO Elektrochemische Energieumwandlung und Energiespeicherung

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Eigenschaften von Oberflächen und Festkörpern (Properties of surfaces and solids)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage grundlegende Kenntnisse zur Chemie und Physik an Grenzflächen, sowie moderne Methoden der Oberflächencharakterisierung, v.a. im Hinblick auf die Untersuchung von Oberflächenprozessen an Nanostrukturen, als auch Quantenmechanische Methoden und Anwendungsgebiete der theoretischen Festkörperchemie zu erläutern.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage anhand des Gelernten eine Analyse von Oberflächenprozessen und die Erarbeitung geeigneter theoretischer Modelle durchzuführen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage Eigenschaften von Oberflächen zu diskutieren und das Gelernte beim Betrachten neuer Situationen einzubeziehen.

Inhalt:

- Chemie und Physik von Oberflächen und Grenzflächen
- Oberflächenanalytische Methoden (Spektroskopie, Diffraktion und Mikroskopie)
- Oberflächenprozesse an Nanostrukturen (z.B. heterogene Katalyse)
- Quantenchemie von Festkörpern und Oberflächen
- Theoretische Grundlagen der Festkörper-Spektroskopie

Erwartete Vorkenntnisse: Die Vorlesung baut auf den im Rahmen des Bachelor-Studiums Technische Chemie in den Vorlesungen aus Anorganischer Chemie, Festkörperchemie und Physikalischer Chemie vermittelten Kenntnissen auf.

Grundlegende Kenntnisse auf dem Themengebiet der Physikalischen und Theoretischen Chemie

Fähigkeit zur Behandlung von Fragestellungen der Physikalischen und Theoretischen Chemie

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Instrumente der oben genannten Kapitel sowie Illustration der Anwendung derselben an Beispielen. Mündliche Prüfung über Theoriefragen und Fragen aus der Praxis. Einüben des Gelernten durch selbstständiges Lösen von Übungsbeispielen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Chemie und Physik der Oberflächen und Grenzflächen

3,0/2,0 VO Physikalische und theoretische Festkörperchemie

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Spektroskopie und analytische Trennverfahren (Spectroscopy and analytical separation methods)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind

Studierende in der Lage wichtige weiterführende analytische Techniken aus den Bereichen der (Schwingungs-)Spektroskopie, der analytischen Trennverfahren und Kopplungstechniken, sowie deren physikalisch-chemischen Grundlagen und der gerätetechnischen Realisierung zu erläutern. Des Weiteren können die Studierenden anhand ausgewählter Anwendungsbeispiele erklären, welchen Informationsgehalt, welches Potential und welche Limitationen die einzelnen Methoden aufweisen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage ihre Kenntnisse weiterführender analytischer Techniken und ihr Repertoire an analytischen Methoden zielgerichtet auf spezifische Fragestellungen anzuwenden und die erzielten Ergebnisse zu interpretieren und kritisch zu beurteilen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden können anhand des erlernten Wissen kreative Lösungen für neue Fragestellungen aus der Praxis entwickeln. Diese Fähigkeit wird anhand von ausgewählten Beispielen aus der Praxis geschult.

Inhalt:

Spektroskopische Verfahren: Vorstellung fortgeschrittener Messmodi der IR- (Transmission, ATR, externe Reflektion, diffuse Reflektion, Photoakustik, Mikroskopie) und Ramanspektroskopie (faseroptische Sonden, Mikroskopie) anhand von Beispielen aus der Physikalischen Chemie/Katalyse, der Material- und Werkstoffcharakterisierung und der Biotechnologie. Grundzüge von Spektrenauswertung mittels PCA, MCR sowie 2DCoS anhand von Beispielen. Einblick in aktuelle Entwicklungen der Schwingungsspektroskopie (Imaging, Miniaturisierung, Kombination mit anderen Techniken wie z.B. Integration von AFM und Ramanmikroskopie).

Analytische Trenn- und Kopplungstechniken: Fortgeschrittene chromatographische und nichtchromatographische Trenntechniken: Moderne Trennmaterialien und -formate; Überkritische Fluid- Chromatographie (SFC), elektrophoretische Trenntechniken; Feld-Fluss-Fraktionierung (FFF), Kopplungstechniken: GC/MS, GC/FTIR, GC/AED, LC/MS, LC/IR, LC/NMR. Zweidimensionale Chromatographie (LCxLC und GCxGC).

Erwartete Vorkenntnisse:

Kenntnisse der analytischen und physikalischen Chemie auf Bachelor-Niveau (Chemie/ Technische Chemie)

Durchschnittliche Begabung zur Abstraktion, Modellbildung und Anwendung von Modellen auf praktische Fragestellungen

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine (baut auf den Kenntnissen aus dem Bachelor-Studium auf)

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag mit starker Einbindung der Hörschaft; Präsentation und Diskussion von zahlreichen Anwendungsbeispielen

Leistungsbeurteilung: Prüfung schriftlich oder mündlich

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Schwingungsspektroskopie

3,0/2,0 VO Analytische Trenn- und Kopplungstechniken

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Werkstoffanalytik (Materials analysis)

Regelarbeitsaufwand: 9,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die Grundprinzipien und Einsatzmöglichkeiten der wichtigsten Festkörperanalysemethoden zu erläutern und zu diskutieren.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage durch Auswahl und Kombination verschiedener Festkörperanalysemethoden methodenübergreifende Lösungen von festkörperanalytischen Fragestellungen zu entwickeln.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: —

Inhalt: Physikalische Prinzipien, gerätetechnische Aspekte, analytische Charakteristika und Anwendungsbeispiele der wichtigsten Methoden zur Analyse von Festkörpern. Oberflächen- und Grenzflächenanalytik (Photonen-, Elektronen-, Ionen-, Feldmethoden) Kristallographie und Strukturaufklären (Röntgenbeugungsmethoden), Analytik fester Stoffe (Methoden der Bulkcharakterisierung – Stöchiometrie, Reinheit).

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlagen der Physikalischen Analyse

Fähigkeit zur Erkennung analytischer Problemstellungen und methodenübergreifendes, lösungsorientiertes Denken.

Verpflichtende Voraussetzungen: keine

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Alle LVAs sind Vorlesungen mit Frontalvortrag. Die Leistungsbeurteilung erfolgt aufgrund von mündlichen oder schriftlichen Prüfungen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Oberflächen- und Grenzflächenanalytik

3,0/2,0 VO Kristallographie und Strukturaufklärung
3,0/2,0 VO Analytik fester Stoffe

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Laborübungen zur Physikalischen und Analytischen Chemie (Laboratory courses in physical and analytical chemistry)

Regelarbeitsaufwand: 10,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die in den zwei aufeinander abgestimmten LU vorgestellten chemischen und analytischen Charakterisierungsmethoden von Materialien und deren Eigenschaften zu erläutern und die Informationsgehalte, welche Möglichkeiten, aber auch welche Limitationen diese Techniken im speziellen Fall besitzen, zu diskutieren.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, die für die Charakterisierungstechniken benötigt Geräte zu bedienen, als auch die vorangehende Vorbehandlung von Proben, die ein wesentlicher Teil des gesamten analytischen / Charakterisierungsprozesses sind, durchzuführen und die experimentell erhaltenen Daten auszuwerten und kritisch zu diskutieren.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden können in kleinen Teams arbeiten und die gefundenen Ergebnisse klar und überzeugend präsentieren.

Inhalt:

Aus dem Bereich „Physikalische Chemie und Analytik von Oberflächen und Nanomaterialien“:

Anwendung von Spektroskopie, Mikroskopie und Beugungsmethoden zur Bestimmung der atomaren und elektronischen Struktur von Festkörpern (Nanomaterialien), insbesondere deren Oberflächeneigenschaften. Basierend darauf sollen chemische und physikalische Eigenschaften sowie technische Anwendungen verstanden werden. Insbesondere soll die Komplementarität der Untersuchungsmethoden herausgearbeitet werden (z.B. IR, Raman, Photolumineszenz, Impedanz, XPS, TEM, Elektronen- und Röntgenbeugung, u.a.).

Aus dem Bereich „Spektroskopische Methoden und Trennverfahren“:

Kombinierte Anwendung von Trennverfahren (GC/MS, LC/MS, IC, CE) und spektroskopischer Verfahren (AAS, OES, RFA, REM, FTIR, Raman, MS) auf komplexe Fragestellungen in der Umwelt-, Material und Werkstoffanalytik, die einen Multimethoden-Ansatz notwendig machen. Die gewählten Beispiele sind dabei mit verschiedenen Methoden zu bearbeiten und die Ergebnisse kritisch gegenüberzustellen.

Erwartete Vorkenntnisse:

Kenntnisse der physikalisch-chemischen und analytischen Grundlagen auf dem Niveau der Vorlesungen der entsprechenden Basisblöcke

Experimentelles Geschick; Analytische Denkweise; Begabung zur Abstraktion, Modellbildung und Anwendung von Modellen auf praktische Fragestellungen

Verpflichtende Voraussetzungen: —**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

Laborübung mit selbständiger Arbeit (unter Anleitung) an verschiedenen instrumentellen Techniken in Kleingruppen. Auswertung und Diskussion der Ergebnisse; Präsentation der Ergebnisse in Seminarform.

Leistungsbeurteilung: Prüfungsimmanente LVA

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

5,0/5,0 LU Laborübung Physikalische Chemie und Analytik von Oberflächen und Nanomaterialien

5,0/5,0 LU Analytische Methoden und Trennverfahren

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Molekulare Grundlagen (Molecular basics)

Regelarbeitsaufwand: 9,0 ECTS

Lernergebnisse:*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage anhand der theoretischen Grundlagen für das moderne Atommodell, sowie der gruppentheoretischen Grundlagen die chemischen Eigenschaften der Haupt- und Nebengruppenelemente sowie der Lanthanoide, Actinoide und Trans-Actinoide abzuleiten.

Des Weiteren sind Studierende in der Lage, Konzepte der organischen Chemie in Bezug auf moderne Synthesechemie, Stereochemie, die asymmetrische Synthese organischer Moleküle, die Grundlagen der physikalischen organischen Chemie, Molekülorbitaltheorie und von computergestützten Methoden zu erläutern und anzuwenden.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden können die im Bachelor-Studium erworbenen Kenntnisse der deskriptiven Anorganischen Chemie und einfacher Modellvorstellungen unter Einbeziehung der Theoretischen Chemie, sowie die Umsetzung allgemeiner Bauprinzipien auf die einzelnen Elemente oder Elementgruppen des Periodensystems eigenständig herleiten und anwenden. Zudem können sie aufbauend auf den Grundkenntnissen der organischen Chemie, die in den Vorlesungen Organische

Chemie 1 und Organische Chemie 2 im Bachelorstudium erworben wurden, Konzepte der modernen organischen Synthese sowie der physikalischen organischen Chemie beschreiben und anwenden.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: —

Inhalt:

1. Struktur der Atome: Exakte Beschreibung der Orbitale des Wasserstoffatoms; Extrapolation für alle weiteren Elemente des Periodensystems; Termschema
2. (Molekül-)Symmetrie und Gruppentheorie: Symmetrieelemente und Symmetrieeoperationen; Punktgruppen; Irreduzible Darstellungen und Charaktertafeln; Anwendungen der Punktgruppensymmetrie für Optische Aktivität, Schwingungsspektroskopie, Kristallographie
3. Chemie der Hauptgruppen-Elemente: Niedervalente Verbindungen; Doppelbindungen bei schweren Hauptgruppenelementen; Verknüpfung von niedervalenten Hauptgruppenverbindungen mit Übergangsmetallen (Carben- und Nitren-Komplexe)
4. Chemie der Übergangselemente – Koordinationschemie: Valenzbandtheorie, Ligandenfeldtheorie; Molekülorbital-Theorie; Elektronenspektren der Komplexe (UV-VIS-NIR); Magnetische Eigenschaften der Komplexe; Strukturen, Isomere; Unterschiede zwischen 3d sowie 4d/5d-Metallen
5. Lanthanoide, Actinoide und Trans-Actinoide: f-Orbitale; Koordinationsverbindungen der f-Elemente; Trans-Actinoide
6. Metallorganyle: 18-Elektronen-Regel; Isolobalbeziehung von Hauptgruppen- und Übergangsmetallkomplex-Fragmenten
7. Anorganische Ketten, Ringe, Käfige und Cluster: Zintl-Phasen; Chevrel-Phasen; Metallcluster; Komplexe mit Metall-Metall-Bindungen; Verbindungen mit Mehrzentrenbindungen; (Hetero)Borane und verwandte Verbindungen; Elektronenmangel-Cluster
8. Organische Stereochemie: Typen, Symmetriegruppen und Eigenschaften von Stereoisomeren
9. Analytik und präparative Trennung von Stereoisomeren
10. Grundlagen der stereoselektiven Synthese (chirale Auxiliare, Reagenzien und Katalysatoren)
11. Typische enantioselektive Reaktionen (α -Alkylierung, Hydroborierung, Epoxidierungen und andere Oxidationen, Reduktionen, Aldol-Reaktionen, etc.)
12. Grundlagen und wesentliche Konzepte der physikalischen organischen Chemie

13. Grundlagen, Konzepte und Anwendung der Molekülorbitaltheorie in Bezug auf die Struktur und Reaktivität organischer Verbindungen
14. Grundlagen sowie Methoden der computergestützten organischen und molekularen Chemie

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlegende Kenntnisse der deskriptiven Anorganischen Chemie wie sie in den entsprechenden Vorlesungen des Bachelor-Studiums (VO Anorganische Chemie 1 und 2) sowie der VO Theoretische Chemie im vorangegangenen Wintersemester des Curriculums vermittelt werden. Solide Kenntnisse der organischen Chemie, wie sie in den Vorlesungen Organische Chemie 1 und Organische Chemie 2 vermittelt werden sowie Kenntnisse zum Aufbau einfacher organischer Moleküle werden vorausgesetzt. Die Vertiefung des so erworbenen theoretischen Wissens durch den Besuch der Laborübung Synthesepraktikum ist von Vorteil.

Analytische Denkweise, Problemlösungskompetenzen, kritische Analyse wissenschaftlicher Literatur.

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die Bildungsziele des Moduls werden kapitelweise als interaktiver Frontalvortrag vermittelt. Die VO Anorganische Molekularchemie wendet darüber hinaus einen didaktischen Ansatz in Form eines anonymen ad-hoc Tests mit 3 identen Fragen vor und nach Beendigung eines jeden Kapitels zur Abfrage des Vorwissens und damit zur Schließung etwaiger Wissenslücken der Studierenden an.

Die Leistungsbeurteilung erfolgt in der VO Anorganische Molekularchemie in Form einer mündlichen Prüfung, in der VO Organische Chemie 3 und der VO Physikalische Organische Chemie jeweils in Form einer schriftlichen oder mündlichen Prüfung.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

4,5/3,0 VO Anorganische Molekularchemie

3,0/2,0 VO Organische Chemie 3

1,5/1,0 VO Physikalische Organische Chemie

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Synthese von Materialien (Synthesis of materials)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positivem Abschluss des Moduls sind Studierende in der Lage die grundlegenden Kenntnisse zur Synthese anorganischer, organischer und makromolekularer Materialien zu erläutern.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden können Konzepte für die Synthese und die Verarbeitung von Materialien für definierte Problemstellungen erstellen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Des weiteren können die Studierende die Chemie der wichtigsten anorganischen, organischen und makromolekularen Materialien diskutieren und präsentieren.

Inhalt:

Anorganische Materialien: Kristallisation aus Lösungen; Biomineralisation; amorphe, polymere und nanostrukturierte anorganische Materialien: Gläser und glasartige Materialien, Sol-Gel- Prozeß, anorganisch-organische Hybridmaterialien; anorganische Polymere (Silicone, Polysilane, Phosphazene, Koordinationspolymere, usw.). Poröse Materialien: Zeolite, M41S-Materialien, MOF, Aerogele, usw.; chemische Gasphasenabscheidung (CVD), Transportreaktionen. Modul 2 (ab 3.12.): Keramische Materialien: Stoffchemie und (technische) Herstellungsmethoden besonders hinsichtlich ihrer Anwendung in keramischen Materialien, z.B. Festkörperreaktionen, Combustion Synthesis, Intercalationsreaktionen, Festkörper-Metathese, Aerosol-Prozesse.

Organische Materialien: Synthese und Strukturchemie von Polymeren nach dem Polymerisations-, Polykondensations-, und Polyadditionsverfahren unter spezieller Berücksichtigung der radikalischen und ionischen Initiierung und Polymerisation. Technische Herstellungsverfahren in Masse, Lösung, Emulsion und Suspension. Chemie der wichtigsten Standardpolymere, organischen Konstruktionswerkstoffe (engineering plastics) und niedermolekularen Materialien. Synthese von Copolymeren und Pfropfcopolymeren sowie Polymermodifizierung.

Erwartete Vorkenntnisse: Die Vorlesung baut auf den im Rahmen des Bachelor-Studiums Technische Chemie in den Vorlesungen aus Anorganischer Chemie, Festkörperchemie und Chemischer Technologie organischer Stoffe vermittelten Kenntnissen auf.

Verpflichtende Voraussetzungen: -

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Den Studierenden werden Power Point Folien der Vorlesung als unterstützendes Material zur Verfügung gestellt. Das vorhandene Wissen wird in Form einer mündlichen Prüfung zur Leistungsbeurteilung herangezogen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/3,0 VO Synthese anorganischer Materialien

3,0/3,0 VO Synthese organischer Materialien

Analytische Strategien (Analytical strategies)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positivem Abschluss des Moduls sind Studierende in der Lage die vorgestellten weiterführenden analytischen Techniken unter dem Blickwinkel der Charakterisierung von Stoffen auf molekularer und materialchemischer Ebene zu erklären und deren Charakteristika hinsichtlich komplexer Anwendungsbeispiele aus dem jeweiligen Themenkreis zu diskutieren.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, das analytische Methodenrepertoire zielgerichtet auf spezifische Fragestellungen anzuwenden, die erzielten Ergebnisse zu interpretieren und kritisch zu beurteilen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierende sind in der Lage, durch kreative Anwendung des analytischen Methodenrepertoires komplexe Fragestellungen aus der Praxis zu bearbeiten und zu lösen.

Inhalt:

Diskussion der theoretischen Grundlagen und der Anwendung verschiedener analytischer Techniken, unter dem Blickwinkel der Anwendung auf molekülchemische Fragestellungen (das sind im wesentlichen kleine Moleküle oder Moleküle in Lösung) und auf materialchemische Fragestellungen (das sind vor allem Festkörper oder Stoffe, deren Eigenschaften wesentlich von der Struktur abhängen).

Kernresonanzspektroskopie: Puls-FT-NMR Techniken: Theorie und Messtechnik; Einführung in Multipuls-1D Methoden, 2D-NMR-Spektroskopie sowie Heterokern-NMR.

Optische Spektroskopie: Weiterführende Grundlagen und Anwendungen der IR- und Raman-spektroskopie zur Verfolgung chemischer Reaktionen und Strukturaufklärung sowie zur Aufklärung fundamentaler Prozesse (Katalyse, Adsorption, Oberflächenprozesse)

Trennverfahren: Problembezogene Strategien zur Charakterisierung komplexer Proben: Verfahren der Probenvorbereitung (Anreicherung, Matrix-Abtrennung, Extraktion, Derivatisierung) sowie Auswahl, Optimierung und Einsatz von eindimensionalen Trenn- und Kopplungstechniken (GC-MS, GC-AED, GC-IR, LC-MS, LC-NMR etc.) sowie mehrdimensionaler Chromatographie.

Einführung und Übersicht über Problemstellungen und Methoden zur Analyse von Materialien.

Wichtige Methoden der Materialanalytik im Überblick Durchschnittsmethoden (Bulk-Analyse) und Methoden der orts aufgelösten Analytik (Oberflächen- und Partikelanalyse) Diskussion von Informationsgehalt, Anwendungsbereiche und Limitationen in Hinblick auf die Charakterisierung synthetischer Materialien.

Vorgestellte Methoden: Thermoanalyse, Festkörper-NMR, Ellipsometrie, Kontaktwinkel-messungen, DLS, SAXS, Porosimetrie, Molmassenbestimmung (GPC), XPS, IR.

Ausgewählte Anwendungsbeispiele zur Charakterisierung von Materialien mit verschiedener chemischer Zusammensetzung/Funktionalität (Gläser, Keramik, Halbleiter, Katalysatoren, Polymere, Biomaterialien) und verschiedenen Probenformen (Bulkproben, Partikel, Dünnschichten, nanostrukturierte Proben)

Erwartete Vorkenntnisse:

Kenntnisse der analytischen und physikalischen Chemie auf Bachelor-Niveau (Chemie/Technische Chemie) sowie grundlegende (material-) chemische Kenntnisse

Zumindest durchschnittliche Begabung zur Abstraktion, wie auch zur Synthese und zur Anwendung von Konzepten auf praktische Fragestellungen

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine (baut auf den Kenntnissen aus dem Bachelor-Studium auf)

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag mit starker Einbeziehung der Studierenden; Präsentation und interaktive Diskussion von zahlreichen komplexen Anwendungsbeispielen.

Leistungsbeurteilung: Prüfung schriftlich oder mündlich

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Molekularchemische Analytik

3,0/2,0 VO Materialchemische Analytik

Beide Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Technologische Aspekte der Synthese (Technological aspects of synthesis)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die vorgestellten Kenntnisse von Reaktoren, Prinzipien der Reaktorauslegung, chemische Reaktionskinetik und -dynamik, Grundlagen und Mechanismen der Katalyse und industrieller Prozesse wiederzugeben und zu erläutern.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage grundlegende Reaktorauslegungen und Übertragung vom Labormaßstab in einen industriellen Maßstab, unter Berücksichtigung katalytischer Prozesse auf molekularer Ebene, durchzuführen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage Problemstellungen in der industriellen Synthese und Katalyse zielführend zu diskutieren und Lösungsvorschläge zu entwerfen.

Inhalt: Typen und Betriebsweisen von Reaktoren, Reaktorauswahl, Prinzipien der Reaktorauslegung, Übertragung von Laborsynthesen in den industriellen Maßstab. Chemische Reaktionskinetik, Reaktionsdynamik, Synthese und Charakterisierung von Katalysatoren, Grundlagen und Mechanismen der Katalyse (homogen und heterogen), katalytische Aktivität und Selektivität.

Ausgewählte industrielle Synthesen von organischen Großprodukten bzw. Polymeren.

Industrielle Prozesse der Hochdruck- und Reinstoffsynthesen im Bereich der anorganischen Technologie.

Erwartete Vorkenntnisse: Grundlagen der anorganischen, organischen und physikalischen Chemie. Chemische Technologie organischer Stoffe, Chemische Technologie anorganischer Stoffe

Verpflichtende Voraussetzungen: -

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag mit Präsentationen über die im Inhalt genannten Themengebiete. Schriftliche bzw. mündliche Prüfung ggf. mit Rechenbeispielen und Theoriefragen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Industrielle Synthese

3,0/2,0 VO Kinetik und Katalyse

Fortgeschrittenes Synthesepraktikum (Advanced laboratory course in synthetic chemistry)

Regelarbeitsaufwand: 10,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls können die Studierenden die vorgestellten Spezialkenntnisse aus der organischen, anorganischen und makromolekularen Chemie erläutern.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden können aufwendige und mehrstufige Experimente aus der organischen, anorganischen und makromolekularen Chemie unter Einsatz von fortgeschrittenen Methoden und Geräten durchführen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: —

Inhalt: Vernetzte Mehrstufensynthesen organischer, anorganischer und polymerer Verbindungen unter Anwendung fortgeschrittener Arbeitsmethoden und Einsatz spezieller Reaktionsbedingungen, z.B. moderne Hydridreagentien, Hochdruck-Hydrierung, Tieftemperaturreaktionen, elektrochemische und photochemische Synthesen, Durchflussreaktor. Ein wesentlicher Teil dabei ist auch die analytische Charakterisierung der Produkte.

Erwartete Vorkenntnisse: Alle notwendigen Vorkenntnisse können im Synthesepraktikum und der LU Chemische Technologie organischer Stoffe aus dem Bachelorstudium Technische Chemie erworben werden.

Grundlegende Kenntnisse aus der organischen, anorganischen und makromolekularen Chemie

Fähigkeit zur selbstständigen Durchführung einfacher Experimente aus der organischen, anorganischen und makromolekularen Chemie

Verpflichtende Voraussetzungen: Das Synthesepraktikum und die Laborübung Chemische Technologie organischer Stoffe aus dem Bachelorstudium Technische Chemie oder äquivalente Lehrveranstaltungen

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die Studierenden legen zu den einzelnen Übungen Besprechungen ab, führen die Experimente selbstständig unter Anleitung durch und verfassen zu den Übungen Protokolle. Das vorhandene Wissen bei der Besprechung sowie die erzielten Ergebnisse bei den Versuchen und die abgegebenen Protokolle werden zur Leistungsbeurteilung herangezogen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

10,0/10,0 LU Fortgeschrittenes Synthesepraktikum

Grundlagen der Biochemie und Gentechnik (Basics of biochemistry and genetic engineering)

Regelarbeitsaufwand: 9,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage über die Vorlesung Biochemie I des Bachelorstudium hinaus sowohl die wesentlichen Grundlagen der Molekularbiologie und Biochemie als auch die wesentlichen Arbeitsmethoden der Molekularbiologie, Gentechnik und Genomanalyse

anhand ausgewählter Beispiele zu erläutern. Dies umfasst auch die molekularbiologischen/biochemischen Zusammenhänge in der lebenden Zelle vom Biomolekül zum strukturierten Organismus und die wesentlichen biochemischen Stoffwechselwege (Anabolismus und Katabolismus) sowie deren Regulation.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage sowohl die Begriffe der Molekularbiologie, Biochemie und Gentechnik, inklusive der Genomik treffsicher anzuwenden, als auch die Methoden zur Untersuchung von molekularbiologischen/biochemischen Vorgängen in der Zelle, gentechnischer Methoden zur wissensbasierenden Herstellung transgener Organismen und wesentlichen Methoden zu Genomanalyse, sowie der Aufklärung der Chromatinstruktur und der epigenetischen Landschaft einer Zelle durchzuführen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage biotechnologische/bioanalytische Fragestellung selbständig mit Hilfe molekularbiologischer/biochemischer Systeme und biochemischer und gentechnischer Methoden zu bearbeiten und zu diskutieren.

Inhalt:

- Dynamik des Genoms: Replikation, Rekombination, Mutation, Transkription, Genregulation
- Biosynthese, Reifung, Transport und Abbau von Proteinen: Translation; Glykosylierung und andere Modifikationen; Sekretionsweg; Proteosom
- Proteinchemie: Domänen, Typen, Struktur-Wirkungsprinzipien, Hüllproteine, Rezeptoren, Antikörper; Evolution von Proteinen
- Enzymologie: Grundlegende katalytische Mechanismen, Kinetik von Mehrsubstratreaktionen
- Zelluläre Transportprozesse
- Intermediärer Aufbau- und Energiestoffwechsel (Kohlenhydrate, Aminosäuren, Nukleotide, Lipide) und seine Regulation
- Überblick über den Sekundärstoffwechsel und seine Regulation
- Struktur und Eigenschaft der DNA und des Genoms in Pro- und Eukaryonten
- Isolierung, Charakterisierung und Manipulation von Genen
- DNA-Sequenzieren und Enzyme zur DNA-Modifikation
- Nachweis der Genexpression
- Einbringung von DNA in Organismen (Transformation, Transfektion)
- DNA-Analytik und Genomanalysen
- Methoden zur Untersuchung der Chromatinstruktur und epigenetischer Landschaft

Erwartete Vorkenntnisse:

Biochemie I und Einführung in die Biotechnologie und Bioverfahrenstechnik aus dem Studium Technische Chemie oder äquivalente LVs

Fähigkeit zum Lösen angewandter Fragestellungen der Biologie, Physik und Chemie sowie zum vernetzten Denken.

Teamfähigkeit, Bewusstsein für die ethische, gesellschaftliche, ökologische und ökonomische Dimension der Tätigkeit

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine verpflichtenden Voraussetzungen

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Frontalvortrag in der VO (mit Beispielen, unterstützt durch Unterlagen)

Schriftliche Prüfung mit Fallbeispielen und Theoriefragen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

2,0/1,5 VO Molekularbiologie

4,0/2,5 VO Biochemie II

3,0/2,0 VO Methoden der Molekularbiologie und Gentechnik

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Grundlagen der Biologie und Mikrobiologie (Basics in biology and microbiology)

Regelarbeitsaufwand: 4,5 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage mittels der Grundlagen der modernen Biologie und Mikrobiologie inkl. jener der Genetik, und Taxonomie, die Eigenschaften und Verhaltensweisen der in der Industrie verwendeten Zellsysteme zu erläutern.

Des Weiteren könne Studierende die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten zur Konzipierung von Strategien für die Innovation und Produktion von biotechnologischen Produkten auf der Basis der Biologie des eingesetzten Organismus erklären.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage grundlegende wissenschaftliche und technologische Methoden anzuwenden, lebende Organismen in technische Prozesse zu integrieren und die Verwendung von Organismen kritisch zu hinterfragen sowie die Grenzen ihrer Anwendbarkeit bewusst zu diskutieren.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage das gelernte Wissen zu abstrahieren und interdisziplinär und innovativ in den Disziplinen der Biologie und Biotechnologie anzuwenden.

Inhalt: Die Zelle, Zellorganellen, Genetik, Vermehrung, Taxonomie und Evolution
Mikrobielle Systeme und deren physiologische Leistungen (Bakterien, Pilze, Algen, Viren), Stoffwechseleigenschaften von Mikroorganismen, Prinzipien der Interaktion von Mikroorganismen mit ihrer belebten oder unbelebten Umwelt

Erwartete Vorkenntnisse: Die Vorlesung baut auf den im Rahmen des Bachelor-Studiums Technische Chemie in den Vorlesungen aus Anorganischer Chemie, Festkörperchemie und Chemischer Technologie organischer Stoffe vermittelten Kenntnissen auf.

Biochemie 1 und Einführung in die Biotechnologie und Bioverfahrenstechnik aus dem Bachelorstudium Technische Chemie oder äquivalente LVAen

Fähigkeit zum Verstehen angewandter Fragestellungen der Biologie, Physik und Chemie (Schulwissen Oberstufe AHS, BHS oder gleichwertige berufsbildende höhere Schulen).
Fähigkeit zum vernetzten Denken.

Sie sind teamfähig.

Sie sind sich der ethischen, gesellschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Dimension ihrer Tätigkeit bewusst.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine verpflichtenden Voraussetzungen

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:
Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Instrumente der oben genannten Kapitel sowie Illustration der Anwendung derselben an Beispielen.

Mündliche Prüfung mit Fallbeispielen und Theoriefragen.

Wissenschaftliches Training auf dem Gebiet durch Ausarbeitung eines Kurzvortrags zu einem vereinbarten Teilgebiet.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

1,5/1,0 VO Einführung in die Grundlagen der Biologie für Biotechnologen

3,0/2,0 VO Mikrobiologie

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Biotechnologie und Bioverfahrenstechnik (Biotechnology and bioprocess engineering)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die Grundlagen der modernen Biotechnologie und Bioverfahrenstechnik, die Kenntnisse zur Entwicklung biotechnologischer Verfahren und deren Transfer in die großtechnische Produktion zu erläutern. Im Weiteren können sie Strategien für die innovative Herstellung von biotechnologischen Produkten, sowie für die Bearbeitung von ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen konzipieren.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden können mittels grundlegender wissenschaftlicher und technologischer Methoden, Systeme und Prozesse als Ganzes analysieren und deren Umfeld miteinbeziehen, sowie Modelle als auch theoretische Konzepte und experimentelle Daten kritisch hinterfragen und die Grenzen ihrer Anwendbarkeit formulieren.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierende können ihr Wissen für die interdisziplinären Fragestellungen abstrahieren und in den Disziplinen der Biotechnologie und der Bioverfahrenstechnik auf hoch innovative Technologien anwenden.

Außerdem können Sie für komplexe Probleme im Spannungsfeld Biotechnologie und der Ingenieurwissenschaften selbständig Lösungen formulieren.

Inhalt: Weiße Biotechnologie (Chemikalien, Pharmazeutika, Designerprodukte), rekombinante Biotechnologie, Umweltbiotechnologie, grüne Biotechnologie, Grundlagen der Systembiologie und synthetischen Biologie.

Reaktions-Kinetik und Stöchiometrie, Reaktorauslegung, Einweg-Technologie, Prozessschritte Fermentation, Prozessschritte Produktreinigung, Scale-up und analytische Messverfahren am Bioreaktor.

Erwartete Vorkenntnisse:

Einführung in die Biotechnologie und Bioverfahrenstechnik aus dem Bachelorstudium Technische Chemie oder äquivalente LV

Fähigkeit zum Verstehen angewandter Fragestellungen der Biologie, Physik und Chemie (Schulwissen Oberstufe AHS, BHS oder gleichwertige berufsbildende höhere Schulen). Fähigkeit zum vernetzten Denken.

Sie sind teamfähig. Sie sind sich der ethischen, gesellschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Dimension ihrer Tätigkeit bewusst.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine verpflichtenden Voraussetzungen

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Instrumente der oben genannten Kapitel, sowie Illustration der Anwendung derselben an Beispielen.

Schriftliche Prüfung mit Fallbeispielen und Theoriefragen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Biotechnologie

3,0/2,0 VO Bioverfahrenstechnik

Analytische Biochemie und Bioinformatik (Analytical biochemistry and bioinformatics)

Regelarbeitsaufwand: 7,5 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage einen kurzen Einblick in die Konzepte und Methoden der modernen molekularen Bioanalytik und Bioinformatik unter besonderer Berücksichtigung von zukunftsrelevanten Themengebieten aus Biotechnologie und Biochemie wiederzugeben und die Grundlagen dieser zu erläutern.

Des Weiteren können sie die zu Verfügung stehenden Möglichkeiten zur Entwicklung von Strategien, Methoden und Techniken aus den beiden Bereichen überblicken und Internetressourcen und -datenbanken als Informationsquelle für Biotechnolog*innen und Bioanalytiker*innen nutzen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage grundlegende wissenschaftliche und technologische Methoden anzuwenden, biotechnologische und biochemische Fragestellungen in Verbindung mit der bioanalytischen und biochemischen Seite zu bearbeiten, Strategien, Methoden und Techniken kritisch zu hinterfragen und die Grenzen ihrer Anwendbarkeit zu erkennen, sowie lösungs- und gestaltungsorientierte Strategien und Techniken zu entwickeln.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden können selbstständig arbeiten, Probleme kritisch und kreativ lösen, sowie die besprochenen Themen diskutieren, als auch richtig mit Kritik umgehen und sich selbst weiteres Wissen aneignen.

Inhalt: Zell- und Organell Analyse ((Tissue arrays, Histologie, Immunhistochemie, Lichtmikroskopie, Fluoreszenzmikroskopie, Elektronenmikroskopie (TEM, REM), Durchflusszytometrie, Laser capture microdissection, Zellfraktionierung, Zellzahlbestimmung, Zellmigrationsassays, Biomoleküle und ihre Funktion, Proteinanalytik (Proteinkonzentrationsbestimmung, Zellyse, Detergentien, Probenlagerung, Gelelektrophorese (1D, 2D, nativ), aktivitätsbasiertes Proteinprofiling, immunanalytische Methoden (FC, ICC, ICH, ELISA, WB, IP, Protein Arrays, ChIP), Proteinaufreinigung), enzymatische Aktivitätsanalytik (Michaelis Menten Kinetik, Arten der Inhibition), Proteomik (Probenvorbereitung, Massenspektrometrie, Identifizierung und Quantifizierung), Metabolomik (Probenvorbereitung, Massenspektrometrie, Identifizierung und Quantifizierung), Lipidomik (Probenvorbereitung, Massenspektrometrie, Identifizierung und Quantifizierung), Protein-Wechselwirkungen, Genomik, Transkriptomik, Epigenetik (Klonierung, Sequenzierung, q-PCR, NGS, DNS-Microarrays), Strukturbiologie (FT-IR, CD, Röntgenstrukturanalyse, mehrdimensionale NMR, Kryoelektronenmikroskopie, Atomkraftmikroskopie, Affinitätsreinigungs-Massenspektrometrie, Proximity Labeling, Crosslinking-Massenspektrometrie, SPR, FRET);

Grundlagen und Konzepte in der Bioinformatik, angewandte statistische Werkzeuge und

Algorithmen zum Auffinden von Sequenzähnlichkeiten, Modelle molekularer Evolution: Vorhersage der Struktur und Funktion von Biomolekülen, Server und Datenbanken, Genomik und in silico Analyse des Genoms.

Erwartete Vorkenntnisse:

Analytische Chemie II und III als auch Biochemie 1 (aus dem Bachelorstudium Technische Chemie) sowie Biochemie 2

Fähigkeit zum Verstehen angewandter Fragestellungen im Bereich Biologie, Chemie, Informatik und Physik und Fähigkeit zum vernetzten Denken.

Sie sind teamfähig und haben naturwissenschaftlich, analytisches Denkvermögen.

Sie sind sich der ethischen, gesellschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Dimension ihrer Tätigkeit bewusst.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine

Keine Voraussetzungen für Angewandte Bioinformatik außer allgemeine PC Kenntnisse.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Aufbau der Instrumente, Algorithmen und Datenbanken der oben genannten Kapitel sowie Illustration der Anwendung derselben anhand von Beispielen.

Mündliche Prüfung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse und Anwendung dieser auf Fallbeispiele.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

4,5/3,0 VO Instrumentelle Bioanalytik

3,0/2,0 VO Angewandte Bioinformatik

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

**Laborübungen zur Biochemie, Biotechnologie und Biologie
(Laboratory courses in biochemistry, biotechnology and biology)**

Regelarbeitsaufwand: 10,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage, die wesentlichen und grundlegenden Arbeitstechniken der Biochemie, Molekularbiologie und Bioverfahrenstechnik zu erläutern, sowie den theoretischen Hintergrund der Durchführung und der durchgeführten Beispiele zu erklären. Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage die fachlichen und methodischen Kompetenzen im wissensbasierten und gerichteten Design von

biotechnologisch relevantem Stammmaterial, sowie in der Optimierung von Produktionsprozessen anzuwenden. Des Weiteren sind die Studierenden in der Lage, die verwendeten Laborgeräte und Messinstrumente korrekt zu benutzen, für die erhaltenen Resultate eine Datenauswertung, Fehlerabschätzung, Analyse und Interpretation durchzuführen und Arbeitshypothesen zu entwickeln.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage die Resultate und Messwerte in ein biologisches System hineinzuinterpretieren und anhand der Erkenntnisse Modelle und neue, verbesserte Versuchsansätze zu entwickeln.

Inhalt:

- Rekombinationsklonierung mit Hilfe des Bakteriophagen Lambda;
- Transformation eines eukaryotischen Mikroorganismus;
- mRNA Isolation und cDNA Synthese; Transkriptionsanalyse mittels RT-qPCR;
- Analyse einer Protein/DNA Interaktion
- Enzymassay,
- Konstruktion eines Expressionsvektors für die Proteinüberexpression in *E. coli*.
- In silico Genanalyse
- Konstruktion von Expressionskassetten durch Fusions-PCR und Deletionsvektoren in *S.cerevisiae* mittels homologer Rekombination.
- Reinigung und Schnellanalysen der Transformanten mit PCR und Enzymaktivitätstests.
- Herstellung und Charakterisierung einer UV-Mutante eines Produktionsstammes.
- Medienentwicklung in Schüttelflaschen mittels Design of Experiment.
- Fed-Batch-Fermentation; Prozessüberwachung (Aufzeichnung und Interpretation von Prozessdaten);
- Computersimulationen

Erwartete Vorkenntnisse:

Erfolgreicher Abschluss der Vorlesungen Biochemie 1 und Einführung in die Biotechnologie und Bioverfahrenstechnik sowie der Laborübung Biochemie und Biotechnologie aus dem Bachelorstudium Technische Chemie oder äquivalente LVs

Basiserfahrung im biochemischen und biotechnologischen Laborbetrieb. Fähigkeit zum Verstehen angewandter Fragestellungen der Biologie, Physik und Chemie sowie zum vernetzten, naturwissenschaftlichen Denken.

Teamfähigkeit, sowie die Bereitschaft zum umsichtigen, sicherheitsorientierten und vorausplanenden Arbeiten im Labor.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine verpflichtenden Voraussetzungen

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontalvortrag in der UE (Erläuterung des theoretischen Hintergrunds jeder Übung)
- Laborübungen, unter Anleitung bzw. Aufsicht werden selbständig Übungseinheiten in Form von Kleinstprojekten bearbeitet.

- Erstellung eines Protokolls zu allen Versuchseinheiten, Dokumentation, Auswertung, Interpretation und Diskussion der erhaltenen Ergebnisse.
- Schriftliche und/oder mündliche Nachbesprechung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse
- Wissenschaftliches Training auf dem Gebiet durch Ausarbeitung eines Kurzvortrags zu einem vereinbarten Teilgebiet.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

8,0/8,0 LU Biochemie, Molekularbiologie und Biotechnologie

2,0/2,0 LU Bioverfahrenstechnik

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Werkstofftechnische Grundlagen (Fundamentals of materials technology)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die Zusammenhänge zwischen Struktur und Aufbau von Werkstoffen der verschiedenen Gruppen und ihren strukturellen und funktionellen Eigenschaften, die Möglichkeiten der Beeinflussung von Eigenschaften und Prüfmethoden zu erklären.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage die Bewertung von Werkstoffen, die Abschätzung von Eigenschaftsprofilen, sowie die Auswahl geeigneter Prüf- und Charakterisierungsverfahren durchzuführen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: —

Inhalt:

- Festkörper, Periodizität, Kristallgitter, Ideal-, Realstrukturen, Gitterdefekte
- Quantenmechanische Beschreibung von Festkörpern
- Strukturaufklärungsmethoden
- Phasenlehre und ihre thermodynamischen Grundlagen
- Transportprozesse, Diffusion
- Elektrochemische Grundlagen von werkstofftechnologischen Prozessen
- Mechanische, elektrische, magnetische, thermische Eigenschaften
- Werkstoffprüfverfahren

Erwartete Vorkenntnisse: Die Vorlesung baut auf den im Rahmen des Bachelor-Studiums Technische Chemie in den Vorlesungen aus Anorganischer Chemie, Festkörperchemie und Chemischer Technologie organischer Stoffe vermittelten Kenntnissen auf.

Grundkenntnisse über Festkörper und ihre Eigenschaften, Theoretische Chemie

Grundlegende praktische Erfahrungen mit Werkstoffen (zu erwerben im Bachelorstudium, Modul Anorganische Technologie)

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag mit Präsentation von Beispielen, Diskussion mit den Studierenden. Leistungskontrolle durch schriftliche oder mündliche Prüfung.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Physikalische Chemie der Werkstoffe

3,0/2,0 VO Werkstoffwissenschaft

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Werkstofftechnologie (Materials technology)

Regelarbeitsaufwand: 9,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die Grundlagen der Herstellung, Verarbeitung, Eigenschaften und Anwendung wichtiger metallischer und keramischer Werkstoffe zu erläutern, sowie über das Wissen des Bachelorstudiums hinaus Grundlagen der Metallurgie und Einsichten in Struktur-Eigenschaftsbeziehungen von Funktions- und Strukturkeramiken zu erklären.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage grundlegende Fachbereiche (Metallurgie und Keramik) aus unterschiedlichen Gesichtspunkten zu beurteilen (hinsichtlich technischer und wirtschaftlicher Gesichtspunkte), diese Fähigkeit wird durch Diskussion der Theorie und Praxis von Beispielen aus der Industrie nahegebracht.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage die vermittelten Kenntnisse miteinander und mit dem Vortragenden zu diskutieren.

Inhalt:

- Weiterführung der Grundlagen der Metallurgie

- Stahl: historische Entwicklung bis hin zu modernen Alternativen zum Hochofen; Edelstahl
- Stähle: Mechanismen der Härtung, Wärmebehandlungsverfahren, Oberflächenbehandlung
- Leichtmetalle, Gusslegierungen
- Werkstoffauswahl
- Formgebung, Fügeverfahren
- Einführung in Hochleistungskeramik und ihre Anwendungsfelder
- Wichtige keramische Werkstoffe: Ideal- und Realstrukturen und deren Zusammenhang mit Eigenschaften
- Eigenschaften (elektrisch, dielektrisch, mechanisch, thermisch) und Grundprinzipien der Materialauswahl

Erwartete Vorkenntnisse: Die Vorlesungen bauen auf den im Rahmen des Bachelor-Studiums Technische Chemie in den Vorlesungen aus Anorganischer Chemie, Festkörperchemie und Chemischer Technologie anorganischer Stoffe vermittelten Kenntnissen auf.

Kenntnisse der Grundlagen der wesentlichen Verfahren zur Metallgewinnung und Raffination; Grundlagen der Keramik; Grundlagen der physikalischen Chemie und Elektrochemie
Bereitschaft zur Umsetzung des durch Modelle geprägten Wissens in die Praxis

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die oben genannten Stoffkapitel, Illustration aus der industriellen Praxis. Leistungskontrolle durch mündliche Prüfungen.

Mündliche Prüfung mit Beispielen und Theoriefragen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

4,5/3,0 VO Metallurgie und Werkstoffverarbeitung

4,5/3,0 VO Hochleistungskeramik

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Polymere und Verbunde (Polymers and composites)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage Grundlagen des Aufbaues von organischen Polymeren und Verbundwerkstoffen, die Struktur-Eigenschaftsbeziehungen, sowie Einsatzmöglichkeiten in der industriellen Praxis zu erläutern.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden können geeignete Werkstoffen für betriebliche Problemstellungen kritisch beurteilen und auswählen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: -

Inhalt:

Struktur und Eigenschaften der wichtigsten Standard-Thermoplasten, Duomere und Elastomere und ihre typischen industriellen Einsatzgebiete als Konstruktionswerkstoffe, Folien, Fasern, Beschichtungen. Ausgewählte Spezialpolymere. Formulierung von Kunststoffen (Additive und Zuschlagstoffe), Polymerverarbeitung (Extrusion, Spritzguss etc.), Kunststoff-Verbunde. Übersicht über die wichtigsten Prüfmethoden von polymeren Werkstoffen, Einsatz von Kunststoffen im Maschinenbau, Fahrzeugbau, Bauwesen, in der Elektrotechnik, Elektronik, Medizin, Beschichtungstechnik u. a.

Grundlagen von Verbundwerkstoffen und Verbunden, physikalische Chemie der Grenz- und Oberflächen. Technologie der Herstellung und Charakterisierung von metallischen, keramischen, organischen und biologischen Verbundwerkstoffen, sowie deren Eigenschaften und Anwendungen. Erörterung von Problemen aus der industriellen Praxis und Diskussion von Lösungsansätzen

Erwartete Vorkenntnisse: Theoretische Kenntnisse auf Gebieten der anorganischen und organischen Chemie, Werkstofftechnologie und Werkstoffverarbeitung, Materialwissenschaften, Werkstoffanalytik, Werkstoffcharakterisierung.

Die Grundlagen der Makromolekularen Chemie aus der Vorlesung Chemische Technologie Organischer Stoffe.

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag über die im Inhalt genannten Themen, Illustration durch Beispiele aus der industriellen Praxis. Mündliche Prüfung mit Beispielen und Theoriefragen

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Polymerwerkstoffe

3,0/2,0 VO Verbundwerkstoffe und Verbunde

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Werkstoffcharakterisierung (Material characterization)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Modules sind

Studierende in der Lage, Grundprinzipien und Einsatzmöglichkeiten der wichtigsten Analysemethoden zur Werkstoffcharakterisierung zu erläutern.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage verschiedene Analysemethoden zur methodenübergreifenden Lösung von werkstoffanalytischen Fragestellungen auszuwählen und zu kombinieren.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: —

Inhalt: Physikalische Prinzipien, gerätetechnische Aspekte, analytische Charakteristika und Anwendungsbeispiele der wichtigsten Methoden zur Analyse von Werkstoffen. Oberflächen- und Grenzflächenanalytik (Photonen-, Elektronen-, Ionen-, Feldmethoden), Kristallographie und Strukturaufklärung (Röntgenbeugungsmethoden).

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlagen der Physikalischen Analyse

Fähigkeit zur Erkennung analytischer Problemstellungen und methodenübergreifendes, lösungsorientiertes Denken

Verpflichtende Voraussetzungen: keine

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Alle LVAs sind Vorlesungen mit Frontalvortrag. Die Leistungsbeurteilung erfolgt aufgrund von mündlichen oder schriftlichen Prüfungen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Oberflächen- und Grenzflächenanalytik

3,0/2,0 VO Kristallographie und Strukturaufklärung

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Praxis Hochleistungswerkstoffe (Laboratory Courses High-Performance Materials)

Regelarbeitsaufwand: 10,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die folgenden Themengebiete in einfachen praktischen Fragestellungen anzuwenden: Bearbeitung von Aufgabenstellungen zur Herstellung, Verarbeitung, Untersuchung und Anwendung von metallischen und keramischen Werkstoffen: Herstellung der Ausgangsmaterialien (metallische oder keramische Pulver); Konsolidierung

(Pressen, Heißpressen, Sintern, Strangpressen, Dünnschichtherstellung, Dickschichtherstellung); Nachbehandlung (Härten, Beschichten, Spanen); Charakterisierung der Werkstoffe bezüglich Gefüge (Metallographie/ Keramographie), Struktur (Röntgendiffraktion), Zusammensetzung (Bulk-Analyse, ESMA), Oberflächenchemie (Oberflächenanalytik); Untersuchung der Eigenschaften: mechanische Eigenschaften (Härteprüfung, Zugversuche, Biegeversuch, Schlagbiegeversuch), elektrische und elektrochemische Eigenschaften (Impedanz-Spektroskopie u.a. elektrochemische Untersuchungsmethoden), Thermische Analyse, Fraktographie.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage konkrete Aufgabenstellungen aus den vorgestellten Themengebieten zu lösen und können einen Einblick in den Fachbereich aus der Sicht der Praxis geben. Außerdem sind sie in der Lage die Ergebnisse der Resultate in Form eines Berichts bzw. eines Seminarvortrags vor den Lehrveranstaltungsteilnehmenden darzustellen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studenten sind in der Lage in Kleingruppen teamfähig zu arbeiten und sich selbst zu organisieren.

Inhalt: Praktische Übung in Kleingruppen im Bereich metallische Werkstoffe und Werkstoffverarbeitung sowie im Bereich Keramik und Elektrochemie.

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlagen der chemischen Technologie, Festkörperchemie und Elektrochemie sowie der wesentlichen analytischen Verfahren zur Materialcharakterisierung

Erfahrungen beim experimentellen Arbeiten mit Chemikalien und den damit verbundenen sicherheitstechnischen Voraussetzungen.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Darstellung der genannten Problemstellungen, Lösungsansätze und Ergebnisse anhand einer Präsentation bzw. eines detaillierten Berichts. Die Benotung der Lehrveranstaltung erfolgt anhand der Präsentation bzw. Berichtslegung aber auch anhand des persönlichen Einsatzes der Gruppe.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

5,0/5,0 LU Metalle und Werkstoffverarbeitung

5,0/5,0 LU Keramik und Elektrochemie

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Nachhaltige Technologien (Sustainable technologies)

Regelarbeitsaufwand: 9,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage alternativer Technologien und Verfahren, die entweder eine effizientere und damit auch ressourcenschonendere Produktion möglich machen oder nachwachsende Rohstoffe einsetzen, zu beschreiben. Sie können einen Überblick über die technischen Verfahren zur Derivatisierung und Umwandlung nachwachsender Rohstoffe, ihrer Eigenschaften und der Verwendung der daraus gewonnenen Produkte geben. Die Studierende kennen unterschiedliche Methoden zur Bewertung der Effizienz und Umweltwirkung von Verfahren und Prozessen und sind in der Lage ihre Nachhaltigkeit zu analysieren.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden können alternative Methoden in der Synthese und Herstellung von chemischen Produkten anwenden. Sie können neue Verfahren entwickeln und nach unterschiedlichen Gesichtspunkten bewerten und analysieren. Sie sind in der Lage sich mit den Folgen technischer Entwicklungen für Mensch und Umwelt kritisch auseinanderzusetzen, Problemstellungen methodisch fundiert zu bearbeiten und diese auch interdisziplinär und kritisch zu betrachten. Sie haben gelernt die Systemgrenzen zu erkennen und zu definieren und die Wirkung von Verfahren und Prozessen in den Dimensionen der Nachhaltigkeit zu analysieren.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind sich ihrer Verantwortung als Techniker_innen bewusst, haben gelernt auch gesellschaftliche Aspekte zu berücksichtigen und verschiedene Lösungswege in der Gruppe zu diskutieren.

Inhalt:

- Verfahren zur Herstellung von Feinchemikalien unter Berücksichtigung der 12 Prinzipien der grünen Chemie. Besonders werden hier die aktuellen Entwicklungen im Bereich der hoch-effektiven Katalysatoren auf Basis von Zeolithen oder zeolithähnlichen Materialien, Nanokatalysatoren und von alternativen Lösungsmitteln wie ionische Flüssigkeiten behandelt.
- Überblick über die Zusammensetzung der für die verschiedenen Bioraffinerie-Konzepte relevanten nachwachsenden Rohstoffe (z.B. Stärke, Stroh, Holz, Algen), Struktur und Eigenschaften der Hauptinhaltsstoffe, chemische Technologie zur Herstellung und Aufbereitung nachwachsender Rohstoffe, technische Verfahren zur Derivatisierung und Umwandlung, Eigenschaften und Verwendung der Produkte.
- Vergleich zwischen den heute verwendeten Rohstoffen und Produkten und dem Potential von alternativen Rohstoffen, Herausforderungen bei der Verarbeitung alternativer Rohstoffe und der Einführung neuer Produkte. Optimierungsmethoden bei der Prozessentwicklung wie Bilanzen, Energieoptimierung (PINCH, HEN) und

Bewertungskennzahlen. Vorstellung der Bioraffineriekonzepte und CO₂ Umsetzungskonzepte. Einführung in die Bewertung der Nachhaltigkeit von neuen Prozessen durch Technikfolgen Abschätzung (TA) und Life Cycle Assessment (LCA)

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlagen der organischen Chemie, der chemischen Technologie und der Verfahrenstechnik auf Bachelor Niveau

- Aufmerksamkeit
- Lernfähigkeit
- Abstraktionsvermögen
- Rationales Denken

Eigeninitiative, Selbstorganisation, Interesse an anderen Meinungen, Offenheit

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vorlesungen mit Frontalvortrag. Die Leistungsbeurteilung erfolgt aufgrund von mündlichen oder schriftlichen Prüfungen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Entwicklung und Bewertung nachhaltiger Prozesse

3,0/2,0 VO Green Chemistry for Fine Chemicals

3,0/2,0 VO Chemische Technologie nachwachsender Rohstoffe

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Umwelttechnik (Environmental engineering)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende einerseits in der Lage einen wertenden Vergleich zwischen Techniken zur primären und sekundären Minderung von Luftschadstoffemissionen vorzunehmen, diese prozeßspezifisch zweckmäßig in Abgaswegen zu implementieren und andererseits imstande die Grundlagen und die anlagentechnische Realisierung von verschiedenen Abwasserreinigungstechniken zu erläutern, sowie auf ihre Umsetzungen in Ingenieurbauwerken und Betriebsweisen einzugehen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage grundlegende Prozesse im Bereich der Abgas- und Abwasserreinigung umweltrelevant zu bewerten und diese grundlegend zu dimensionieren.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: —

Inhalt:

- Abgas-/Abluftcharakterisierung; trockene, halbtrockene und nasse Entschwefelung; Schwermetallminderung; trockene und nasse, katalytische und nichtkatalytische Entstickung; thermische und katalytische Nachverbrennung von organischen Luftschadstoffen; Abscheidung klimarelevanter Schadgase; Kopplungs-/ Simultanverfahren; gesetzliche Regulative.
- Abwassercharakterisierung; Ermittlung der Bemessungsgrundlagen; biochemische Abbauprozesse; Kinetik der mikrobiologischen Prozesse; Massenbilanzen; Bemessungsvorgang für das Belebungsverfahren mit besonderer Berücksichtigung der Phosphor und Stickstoffentfernung; Betriebsweisen, mehrstufige Verfahren; moderne Entwicklungen (Membranbelebungsverfahren, Biofilmverfahren); Rückwirkung der Schlammbehandlung auf die Abwasserreinigung, Prozeßwasserbehandlung.

Erwartete Vorkenntnisse:

Physikalisch-chemische Grundlagen, Stöchiometrie.

Fähigkeit zur Lösung angewandter Fragestellungen auf dem Gebiet der Abgas- und Abwasseraufbereitung.

k.A.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine Voraussetzungen in Form absolvierter Module und Lehrveranstaltungen

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die oben genannten Stoffkapitel; Illustration durch Beispiele aus der wissenschaftlichen und industriellen Praxis; mündliche Prüfung mit Rechenbeispielen und Theoriefragen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Abgasbehandlung

3,0/2,0 VO Abwasserreinigung

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Chemikalien- und Umweltrecht (Chemical and environmental law)

Regelarbeitsaufwand: 7,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage die Grundstrukturen, Funktionen und Ziele des europäischen Chemikalienrechts und Umweltschutz-

rechts zu beschreiben, sowie die fachspezifische Terminologie anzuwenden. Des Weiteren haben Sie das Wissen toxikologische Probleme zu analysieren.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, Fragen und Problemstellungen des Chemikalien - und Umweltrechts zu bearbeiten, sowie Beurteilungen über die toxikologischen Eigenschaften („Hazard and Risk“) von Substanzen anzustellen und deren korrekte Handhabung zu erläutern.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, für Problemstellungen aus den Themengebieten weiterführende Informationen zu sammeln und anzuwenden. Ihr Wissen Dritten gegenüber dazustellen und zu diskutieren.

Inhalt: Europäisches Chemikalienrecht: REACH; Umweltrecht; Strategische Umweltprüfung; Abfallwirtschaftsrecht; Wasserrecht; Naturschutzrecht; Klimaschutzübereinkommen; Emissionshandel; Grundbegriffe und Grundlagen Toxikologie; Wichtigste toxikologischen Untersuchungsmethoden und Versuchsmodelle; Qualitative und quantitative Charakterisierung der Giftwirkung; Risiko und Gefährdung; Grundbegriffe der Toxikokinetik, Kanzerogenese und Reproduktionstoxikologie; Epidemiologie und Behandlungsprinzipien akuter Vergiftungen; Die wichtigsten Gruppen von Giften

Erwartete Vorkenntnisse:

—
—
—

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag mit starker Einbindung der Studierenden und Bearbeitung von Fallbeispielen.

Leistungsbeurteilung: Prüfung schriftlich oder mündlich

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studieren und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Europäisches Chemikalienrecht

3,0/2,0 VO Rechtsfragen des Umweltschutzes

1,0/1,0 VO Toxikologie

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Umwelt- und Prozessanalytik (Environmental and process analytics)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind

Studierende in der Lage umweltchemische Vorgänge und deren Beeinflussung durch anthropogene Prozesse zu erläutern, anhand von Beispielen zu erklären, wie durch eine Optimierung einzelner Parameter über die Prozessanalytik sowohl die Produktionseffizienz erhöht als auch Emissionen reduziert werden kann und die vorgestellten analytischen Methoden zu erklären und zu diskutieren.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage eigenständige Fragestellungen zu erarbeiten, diese Fähigkeit erlernen Sie anhand ausgewählter Beispiele.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden können die vorgestellten Inhalte ziel führend diskutieren.

Inhalt:

- Stoffkreisläufe (z.B. Kohlenstoff, Schwefel, Stickstoff)
- Stoffeintrag und saurer Regen
- Ozon in der Troposphäre und Stratosphäre
- Atmosphärisches Aerosol
- persistente organische Verbindungen in der Umweltprozessanalytik am Beispiel der Petrochemie (in-line, on-line und at-line Analytik)
- Spektroskopische und chromatographische Methoden der Prozessanalytik
- Portable chemische Sensoren für die Spurengasanalytik

Erwartete Vorkenntnisse: Die Vorlesung baut auf den im Rahmen des Bachelorstudium Technische Chemie vermittelten Kenntnissen auf.

Methoden der Analytischen Chemie, soweit im Rahmen des Bachelorstudium Technische Chemie vorgetragen

analytisches Denken; Erfassen komplexer und fachübergreifender Zusammenhänge
Bereitschaft zum eigenständigen Erarbeiten vorlesungsrelevanter Themen

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag unter Berücksichtigung aktueller Fragestellungen aus dem Bereich der Umweltchemie und Prozessanalytik. Einüben des Gelernten durch selbstständiges Lösen von Übungsaufgaben und Kurztests während der Vorlesung möglich.

schriftliche Prüfung

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Umweltchemie und -analytik

3,0/2,0 VO Prozessanalytik

Alle Lehrveranstaltungen müssen absolviert werden

Laborübung zu Nachhaltige Technologien und Umwelttechnik (Laboratory courses on sustainability and environmental engineering)

Regelarbeitsaufwand: 10,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage chemische und prozesstechnische Grundlagen zur nachhaltigen Entwicklungen von Produktionsverfahren zu erläutern; sie sind befähigt aus der großen Palette an mechanischen und thermischen Trennverfahren anhand von wichtigen Kriterien das für die jeweilige Fragestellung am besten geeignete Verfahren auszuwählen und die Eigenschaften von Brennstoffen und Energielieferanten zu diskutieren. Sie können unterschiedliche Methoden der chemischen und physikalischen Analyse anwenden und die Ergebnisse vergleichend diskutieren und interpretieren.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind der Lage die Arbeiten, die in den Laborübungen des Moduls vorgestellt wurden, selbständig praktisch durchzuführen und die experimentellen Ergebnisse auszuwerten, zu protokollieren und kritisch zu diskutieren.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage Kleinprojekte selbständig in Teams zu organisieren und durchzuführen.

Inhalt:

- Anwendung ausgewählter Trennverfahren in der chemischen Prozesstechnik, der Umwelttechnik oder der Biotechnologie.
- Anwendung und Vergleich unterschiedlicher Methoden der chemischen und physikalischen Analyse bei der Charakterisierung einer Umweltprobe
- Brennstoff- und Energietechnologie: Technische Bewertung und Überprüfung von Kleinf Feuerungsanlagen im Hinblick auf Wirkungsgrad und Emissionsverhalten. Grundlegende Charakterisierung und Analysen in den Bereichen: feste, flüssige, gasförmige Brennstoffe. Demonstrationsversuche

Erwartete Vorkenntnisse: Die Laborübung baut auf den im Rahmen des Bachelor-Studiums Technische Chemie in den Vorlesungen aus Anorganischer Chemie, Festkörperchemie und Chemischer Technologie organischer Stoffe, Thermischer und Mechanischer Verfahrenstechnik sowie Analytischer Chemie vermittelten Kenntnissen auf.

Kenntnisse der Grundlagen aller Vorlesungen aus den jeweiligen Modulen des Basisblocks; Umgang mit Messgeräten und Kleinanlagen im Labor

analytisches Denken, Modellbildung und praktische Anwendung dieser Modelle, Bilanzierung von chemischen Reaktionen, Abstraktionsvermögen

Eigeninitiative und Selbstorganisation

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Unter Anleitung bzw. Aufsicht werden definierte Übungseinheiten in Form von Kleinstprojekten selbständig bearbeitet.

Ausführliche Protokollierung der praktischen Arbeit, Auswertung und Interpretation der Ergebnisse mit kritischer Diskussion.

Nachbesprechung des Protokolls.

Beurteilung aufgrund der praktischen Arbeit, des Protokolls sowie der Vor- bzw. Nachbesprechungen

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/3,0 LU Umwelt- und Prozessanalytik

4,0/4,0 LU Methoden zur Trennung, Reinigung und Konzentrierung von chemischen Stoffen (Trenntechnik)

3,0/3,0 LU Brennstoff und Energietechnologie

Alle Lehrveranstaltungen müssen absolviert werden

Basistechniken und -methoden (Basic techniques and methods)

Regelarbeitsaufwand: 9,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage, die in den alternativ zu wählenden LVAs dieses Moduls vermittelten, verschiedene spezialisierungsübergreifende Kenntnisse auf dem Gebiet der statistischen Datenauswertung und Chemometrie, der analytischen Qualitätssicherung und der physikalischen Messtechnik und Instrumentierung wiederzugeben.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage komplexere experimentelle Datensätze mit geeigneten statistischen / chemometrischen Methoden zu verarbeiten und zu analysieren; mit den unterschiedlichen Qualitätssicherungssystemen und ihren einzelnen Elementen und Werkzeugen zu arbeiten; die Begriffe Akkreditierung, Zertifizierung, GLP und GMP und die zugrunde liegenden Regelwerke anzuwenden; die messtechnischen Grundlagen moderner Instrumentierung im analytischen Labor unter der Berücksichtigung deren Limitierung einzusetzen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage komplexe Beispiele in Kleingruppen im Rahmen der VUs zu lösen.

Inhalt: Begriffe und Konzepte der Qualitätssicherung; Kalibrierung und Methodenvalidierung; Methoden und Werkzeuge der QS; QS-Systeme (Akkreditierung, Zertifizierung,

GLP, GMP)

Signale und Rauschen, Messfehler, Hypothesenbildung, Digitalisierung, Kurvenanpassung, Glättung, digitale Filter, Regressionsmodelle, multivariate Modelle, Variablenauswahl, Kalibration, Zeitreihenanalyse, Validierung von Modellen, MLR, Hauptkomponentenanalyse, Faktorenanalyse, PCR, PLS, Diskriminanzanalyse, Clustering, experimentelles Design

Einführung in die digitale Signalverarbeitung und Mikroprozessortechnik; Sensoren für physikalische Größen (Temperatur, Kraft und Druck, Magnetfeldsensoren, Licht, Feuchtigkeit) und deren Kenngrößen und chemische Sensoren; digitale Signalverarbeitung; Anbindung von Messgeräten an Computer; Grundlegende Verfahren zur Bearbeitung digitaler Messdaten

Erwartete Vorkenntnisse:

Gutes Verständnis der analytischen und organischen Chemie auf Bachelor-Niveau (Chemie/Technische Chemie) sowie physikalische Grundkenntnisse

Durchschnittliche Begabung zur Abstraktion, Modellbildung und Anwendung von Modellen auf praktische Fragestellungen

-

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine (baut auf den Kenntnissen aus dem Bachelor-Studium auf)

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag mit starker Einbindung der Hörschaft; Präsentation und Diskussion von zahlreichen Anwendungsbeispielen, in den VUs aktive Beteiligung der TeilnehmerInnen

Leistungsbeurteilung: Prüfung schriftlich oder mündlich (VO) bzw. teilweise LVA-immanent (VU)

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

4,0/3,0 VU Statistik und Chemometrie

3,0/2,0 VO Messtechnik, Instrumentierung und Phys. Sensoren

2,0/1,5 VO Qualitätssicherung und GLP/GMP

Aus diesem Modul müssen mindestens zwei LVAs im Umfang von mindestens 6 ECTS gewählt werden.

Bioanalytik (Bioanalytics)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage einen Überblick über die Konzepte und Methoden der modernen

molekularen Bioanalytik unter besonderer Berücksichtigung von Massenspektrometrie-basierten Omics- Technologien und deren Anwendung auf die Themengebieten aus Biotechnologie, Lebenswissenschaften und Medizin zu geben und die dazugehörigen Grundlagen zu erläutern. Sie können die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten zur Entwicklung und Anwendung von Strategien, Methoden und Techniken aus den oben genannten Bereichen benennen und erklären.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage die Techniken der instrumentellen Bioanalytik und Grundkenntnisse der Biochemie treffsicher anzuwenden, vernetzt zwischen Bioanalytik und dem breiten Gebiet der Lebenswissenschaften zu arbeiten, Strategien, Methoden und Techniken kritisch zu hinterfragen und die Grenzen ihrer Anwendbarkeit zu erkennen, sowie durch kreatives Denken neue Strategien und Techniken zu entwickeln.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden können selbstständig arbeiten, Probleme kritisch und kreativ lösen, sowie die besprochenen Themen diskutieren, als auch richtig mit Kritik umgehen und sich selbst weiteres Wissen aneignen.

Inhalt: Methoden, Konzepte und Strategien in den Bereichen Proteomics, Metabolomics und Spatial Omics. Diskussion bioinformatischer Konzepte und Werkzeuge. Anhand von Fallbeispielen werden biotechnologische und biomedizinische Anwendungen der aktuellen Methoden und Strategien erläutert aber auch deren derzeitige Begrenzungen aufgezeigt.

- Proteomics: Ausgangsbedingungen und Definition der Fragestellung, Probenvorbereitung inkl. Methoden zur Reduktion der Proteomkomplexität, Molekulargewichtsbestimmung (intakte Masse), Identifizierung und Quantifizierung der Proteine in komplexen Proteomen, posttranslationale sowie artifizielle Modifikationen, Webtools, Statistik, Proteinannotation.
- Metabolomics: Strategien („targeted“ und „untargeted“) für polare und unpolare Metabolite (Lipidomics), Probenvorbereitung, Quantifizierung und Identifizierung von Metaboliten, metabolisches Tracing zur Pathway Analyse, Statistik, Webtools.
- Spatial Omics: Ortsaufgelöste Analyse von Biomolekülen (Genom>Proteome>Metabolome, z.B.: Medikamente, Toxine) unter Anwendung unterschiedlicher Technologien, Massenspektrometrie-basiertes Imaging in Kombination mit anderen Bildgebungsverfahren, Probenvorbereitung, Workflows, Datenauswertung.

Erwartete Vorkenntnisse:

Biochemie 1 (aus dem Bachelorstudium Technische Chemie) sowie Biochemie 2 und Instrumentelle Bioanalytik

Fähigkeit zum Verstehen angewandter Fragestellungen im Bereich Biotechnologie, Biologie, Medizin, Chemie und Bioinformatik und Fähigkeit zum vernetzten Denken
Naturwissenschaftliches, analytisches Denkvermögen, Kreativität, Teamfähigkeit, Bewusstsein der ethischen, gesellschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Dimension ihrer Tätigkeit

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine Voraussetzungen außer den Kenntnissen aus dem Bachelorstudium Technische Chemie

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Hybrides Lernen: Vortragseinheiten (Präsenzlehre) in Kombination mit Selbststudium (digitale Lehre) bringen den Studierenden Grundlagen, insbesondere Konzepte und Strategien, im Fach näher. Kleinere Aufgabenstellungen, wie z.B. kritische Betrachtungen von Anwendungen anhand ausgewählter Beispiele aus dem Bereich Biowissenschaften, unterstützen den Lernprozess.

Die Leistungsbeurteilung erfolgt nach Erfüllen einer Abschlussaufgabe, in der die Themenblöcke der jeweiligen Lehrveranstaltung miteinander vernetzt werden.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

2,0/1,5 VO Proteomics

2,0/1,5 VO Metabolomics

2,0/1,5 VO Spatial Omics

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Biomicrofluidics: Lab-on-a-Chip Technologien in den Biowissenschaften (Biomicrofluidics: Lab-on-a-Chip technologies in the life sciences)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die wichtigsten Technologien, Methoden und Verfahren in der Verarbeitung von Polymermaterialien insbesondere für die Herstellung von Biochips, Mikrobioreaktoren und mikrofluidischen Komponenten wie Mischer, Filter, Konzentrationsgradientengeneratoren und Aktuatoren, als auch Miniaturisierung und Integration von optischen, elektrischen, magnetischen und anderen Sensoren in mikrofluidischen Systemen, sowie deren Anwendungen in den Biowissenschaften zu benennen und zu erklären.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage eigenständig Methoden der Polymerverarbeitung auszuwählen und anzuwenden, sowie Lab-on-a-Chip Systeme für biomedizinische und diagnostische Verwendungen zu bewerten und Prototypisierung von Mikrosystemen von einem digitalen Design zu einem funktionalem Prototypen durchzuführen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage fachübergreifend und Kompetenz-vernetzt zu arbeiten, des weiteren können Sie durch innovatives und kreatives Denken in Gruppen innovative Lösungsansätze entwickeln.

Inhalt:

- Gängige Materialien und Verfahren in der Polymerreplikation vom rapid prototyping bis hin zur industriellen Maßstabfertigung unter der Verwendung von Casting, Hot Embossing und Injection Molding Technologien
- Integration und Kopplung analytischer Messmethoden in Mikrosysteme: Prozesskontrolle, Qualitätskontrolle und Diagnostik
- Oberflächenmodifikationen und Biofunktionalisierungsmethoden für Chipsysteme in der Biologie und Bioanalytik
- Live-cell microarray und Organ-on-a-chip Technologien mit Fokus auf Scaling-laws of biological systems, Aspekten der Biomicrofluidics für single, multi cell and organoid arrays
- Übung die das digitale Prototypisieren und anschließende Produzieren eines funktionellen Biochips (z.B. Replizieren und Strukturieren von biokompatiblen Polymeren, Chip Assemblierung, mikrofluidische Zellkulturen, etc.) sowie Grundkonzepte der in vitro Zellkultur von adhären Zellen beinhaltet.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fundierte Kenntnisse im Bereich der bioanalytischen Chemie, Grundlagen der Biologie und Biochemie, sowie Kenntnisse in der instrumentellen Analytik, Biosensoren und Biophysik. Kenntnisse in Grundlagen der Polymerchemie sind erwünscht.

Erfahrung im Umgang mit Analysengeräten (zu erwerben im Bachelorstudium, Modul Analytische Chemie II). Fähigkeit das erlernte chemische, biochemische und elektrotechnische Wissen bei der Auswahl von Analysemethoden anzuwenden.

Verpflichtende Voraussetzungen: -**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

Vorlesung sowie praktische Übung.

Leistungskontrolle durch schriftliche Prüfungen (VO) sowie eines Abschlussberichtes (UE; schriftliche Abgabe sowie Präsentation der Resultate).

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

2,0/1,5 VO Lab-on-a-chip Technologien

2,0/1,5 VO Live-cell microarray and Organ-on-a-chip Technologien

2,0/2,0 UE Rapid prototyping and polymeric microfabrication - from a digital design to a functional microdevice

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Biomoleküle (Biomolecules)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse: Die chemischen Eigenschaften und dreidimensionalen Strukturen von

Biomolekülen sind für ihre Funktion in der Biologie von zentraler Bedeutung. Die Kenntnis der Eigenschaften und der Synthese der Moleküle des Lebens ist wichtig, um ihre biologische Funktion zu verstehen und zu manipulieren und sie in interdisziplinären Forschungsfragen anzuwenden. Dieses Modul vermittelt das notwendige Hintergrundwissen über die Klassifizierung, Synthese und Biologie der Moleküle des Lebens, illustriert durch aktuelle Beispiele aus der wissenschaftlichen Literatur wird das Verständnis moderner Techniken der chemischen Biologie vertieft.

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach erfolgreichem Abschluss dieses Moduls sollten die Studierenden über ein breites Wissen über die wichtigsten Klassen biologischer Moleküle (Proteine, Kohlenhydrate, Nukleotide, Lipide und komplexe Naturstoffe) verfügen. Die Studierenden sollten in der Lage sein, die Synthese der jeweiligen Bausteine und Oligomere von Biomolekülen sowie die wichtigsten Techniken zu deren Analyse und Charakterisierung zu erörtern.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Im Rahmen dieses Moduls wird die Fähigkeit der Studierenden gefördert, zu erklären, wie die chemischen Eigenschaften biologischer Moleküle, für ihre jeweiligen biologischen Funktionen wichtig sind. Die Studierenden können das Gelernte selbständig anwenden, um wissenschaftliche Literatur aus dem Bereich, zu verstehen und diskutieren.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sollen in der Lage sein, moderne Anwendungen von Biomolekülen zu verstehen und anhand aktueller wissenschaftlicher Beispiele zu diskutieren.

Inhalt:

- Aminosäuren, Peptide und Proteine
- Kohlenhydrate
- Nukleinsäuren
- Lipide
- Synthese von komplexen Naturstoffen

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlegende Kenntnisse auf dem Themengebiet der Organischen Chemie. Erweiterte Kenntnisse in den Themengebieten der Biochemie und Molekularbiologie.
Analytische Denkweise, kritische Analyse von wissenschaftlicher Literatur.

Verpflichtende Voraussetzungen: Vorkenntnisse aus der Theorie wie sie in den VO ‚Organische Chemie I‘ und ‚Organische Chemie II‘ vermittelt werden.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:
Vorlesungsformat zum Hintergrund der Klassen von Biomolekülen, illustriert mit Beispielen ihrer Synthese, Charakterisierung und Anwendung. Diskussion von aktuellen Beispielen aus der Literatur und Problemlösungsübungen.

Schriftliche Prüfung über den theoretischen Inhalt der Vorlesung und Nachweis des Verständnisses durch Diskussion verwandter Beispiele aus der Literatur .

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

4,5/3,0 VO Synthesis of Biomolecules

1,5/1,0 SE Synthesis of Complex Natural Products

Bioprozesstechnik und Bioanalytik (Bioprocess technology and bioanalytics)

Regelarbeitsaufwand: 9,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage, Bioprozesse der industriellen Biotechnologie, vernetzte Produktanalytik, rechnerische Behandlung bioverfahrenstechnischer Probleme, und die wichtigsten Methoden der Biostatistik zu erläutern und anzuwenden.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind der Lage das Erlernte auf heutige Fragestellungen / Prozesse der Biotechnologie, inklusive Datenauswertung und Statistik praktisch anzuwenden. Die Studierenden können die Disziplinen der Bioprozesstechnik und Bioanalytik für die interdisziplinäre Anwendung auf hoch innovative Technologien und zur Lösung im Spannungsfeld Biotechnologie, Ingenieurwissenschaften und Analytik abstrahieren.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage: (1) alleine und in Gruppen Fragestellungen aus dem Fachgebiet dieses Moduls zu analysieren und dafür Lösungen zu erarbeiten; (2) analytisch, methodisch, lösungs- und gestaltungsorientiert zu denken; (3) ihr eigenes Handeln und die eigenen Fähigkeiten zu reflektieren, sowie die Folgen ihres Handelns in fachlicher, ethischer und ökologischer Hinsicht abzuschätzen; (4) selbstverantwortlich und wissenschaftlich zu arbeiten; (5) im Fachbereich dieses Moduls Wissen zu vermitteln, zu beraten, in interdisziplinären Teams effizient zu arbeiten, effektiv zu kommunizieren und wirksam zu präsentieren; (6) Modelle, experimentelle Daten, sowie komplexe technologische Probleme kritisch und analytisch zu hinterfragen, und (7) ihre Kompetenzen auf dem jeweils aktuellen Stand des Fachwissens zu halten.

Inhalt: Batch, Fed-batch, Ernte, Zentrifugation, präparative Chromatographie, Ultrafiltration, mit begleitender Produktanalytik, wie z.B. CD, Gel Elektrophorese on a chip und DIGE (Difference Gel Electrophoresis)

Behandlung quantitativer Probleme, sowie verfahrenstechnischer Aufgabenstellungen unter Einbeziehung von: Stöchiometrie bioverfahrenstechnischer Prozesse; Betriebstechniken (Batch-, Fed-Batch-, Kontinuierlich); Mischen/Belüftung (Stoffübergang, Energiebedarf); Produktisolierung

Reaktionskinetik, grundlegende statistische Konzepte, Datenvisualisierung, beschreibende Statistik, statistische Tests, Zeitserien, faktorielles Design und Versuchsplanung, Einführung und Überblick zu multivariaten Verfahren

Erwartete Vorkenntnisse:

Für die RU und LU sollte die VO Bioverfahrenstechnik gehört worden sein. Für die VU sind nur Bachelor-Vorkenntnisse nötig.

Fähigkeit zum Verstehen angewandter Fragestellungen der Biologie, Physik und Chemie (Schulwissen Oberstufe AHS, BHS oder gleichwertige berufsbildende höhere Schulen).

Fähigkeit zum vernetzten Denken.

Sie sind teamfähig.

Sie sind sich der ethischen, gesellschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Dimension ihrer Tätigkeit bewusst.

Verpflichtende Voraussetzungen: Für die LU: Die nachgewiesene erfolgreiche Teilnahme an den folgenden (oder diesen gleichwertigen) LVAs wird als Reihungskriterium für die Zulassung zu dieser LU herangezogen:

(A) Analytische Chemie II VO 164.178

(B) Analytische Chemie III VO 164.253

(C) Instrumentelles und Bioanalytisches Labor LU 164.254 oder äquivalentes Praktikum, welches folgenden Techniken beinhaltet: Ionenchromatographie, SDS-PAGE, ELISA oder Western Blot und IR Spektroskopie

(D) Bioverfahrenstechnik VO 166.061

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Laborübung mit direktem Hantieren an verschiedensten Apparaten, Erzeugen und Auswertung der Daten. Rechenübung mit Fallbeispielen, Vorrechnung und Erarbeitung im Team. Parallel zur Vorlesung sind entsprechende statistische Fragestellungen am Computer zu lösen und ein entsprechendes Protokoll anzufertigen.

Mündliche Nachbesprechung der LU

Schriftliche Prüfung der RU, oder Vorrechnung in der Blockveranstaltung.

Schriftlicher Test der VU über den Vorlesungsstoff Biostatistik; Gesamtbeurteilung ergibt sich aus den Übungen und dem Testergebnis.

Einüben des Gelernten und Diskussion der Resultate im Team.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

5,0/5,0 LU Bioprocess Technology and Bioanalytics

1,0/1,0 UE Rechenübungen Bioverfahrenstechnik

3,0/2,0 VU Biostatistik

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Bioressourcen (Bioresources)

Regelarbeitsaufwand: 9,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage, das vermittelte Basiswissen über nachwachsende Rohstoffe und Lebensmittel sowie die Wechselwirkung zwischen Pflanze und Umwelt wiederzugeben.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage durch das vermittelte fundierte Grundwissen über Bioressourcen aus den Bereichen der Verfahrenstechnik, den Modulen Biotechnologie sowie nachhaltige Technologie und Umwelttechnik, an wertvollen Entwicklungen neuer Technologien, unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeit zu arbeiten.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden können jederzeit zu Fragestellungen des Themenblocks „Nachwachsende Rohstoffe inklusive Lebensmittel“ in fachlich akkordierter Weise Stellungnahmen formulieren und eigenständig und verantwortungsvoll auf diesem Gebiet arbeiten.

Inhalt:

- Vorkommen, chemische Zusammensetzung, Gewinnung und industrieller Einsatz von primären pflanzlichen Naturstoffen, nachhaltige Nutzung vorhandener Ressourcen, Erschließung von neuartigen Rohstoffvorkommen
- Biochemische Prozesse; Wechselwirkungen der Pflanze mit der Umwelt; sekundäre Naturstoffe
- Lebensmittelrohstoffe und ihre Veränderungen bei Lebensmittelproduktion, Haltbarmachung und Lagerung

Erwartete Vorkenntnisse:

Theoretische Kenntnisse auf dem Themengebiet der organischen Technologie, der Verfahrenstechnik, Biochemie und biochemischen Analytik

Grundlagenkenntnisse im Bereich nachhaltige Technologien und Umwelttechnik, Bioanalytik und Biotechnologie bzw. Bachelorstudium Technische Chemie

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die oben genannten Themenbereiche sowie Illustration der Anwendung an praktischen Beispielen. Mündliche bzw. schriftliche Prüfung mit Theoriefragen und praktischen Anwendungen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Primäre Naturstoffe aus Pflanzen

3,0/2,0 VO Ökologie und Biochemie der Pflanzen

3,0/2,0 VO Lebensmittelchemie und –technologie

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Biotechnologie (Biotechnology)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage, die Grundlagen der molekularen Biotechnologie unter besonderer Berücksichtigung von zukunftsrelevanten Themengebieten (Synthetische Biologie, Biorefineries) sowie dem Forschungsschwerpunkt der Biotechnologie an der TU Wien (Design industrieller Mikroorganismenstämme) zu erläutern und die zur Verfügung stehenden Möglichkeiten zur Konzipierung von Strategien für die Gewinnung und Anwendung von biotechnologisch relevantem Stammmaterial zu benennen und zu erklären.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, das gelernte Wissen so zu abstrahieren, dass sie es interdisziplinär auf die Disziplinen der Mikrobiologie, Genetik und Biochemie anwenden können.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, selbständig grundlegende, wissenschaftliche und technologische Methoden anzuwenden, sowie die Verwendung von Mikroorganismen kritisch zu hinterfragen und die Grenzen ihrer Anwendbarkeit zu beschreiben und weiter zu entwickeln.

Inhalt: Herstellung von biologischen Systemen, die in der Natur nicht vorkommen. Die dabei zur Anwendung kommenden Fachgebiete und Techniken sind: i) Neukonstruktion von DNA (synthetische Promotoren und Transkriptionsfaktoren, Ribo-switches, Aptamere, DNA-Walker, DNA-Maschinen), ii) Erweiterung des genetischen Codes, iii) Konstruktion von orthogonalen Ribosomen-mRNA-Paaren, iv) von Enzymen (domain shuffling, Scaffoldproteine, gerichtete Evolution), v) von Stoffwechselwegen und vi) von biochemischen Signalwegen (Repressilator, Oscillator, Metabolator, „multicellular circuits“) sowie vii) Genomkomplettsynthese (minimale Organismen), viii) Genomrekonstruktion und ix) Simulation komplexer biologischer Netzwerke im Computer („in silico Experimente“). Herstellung von Produkten der weißen Biotechnologie aus erneuerbaren Rohstoffen (Bioethanol; Plattformchemikalien), inklusive Aufschlussverfahren, Herstellung der dafür notwendigen Enzyme und Konstruktion entsprechender Produktionsstämme. Grundlagen der Genetik und Biologie industrieller Mikroorganismen: Bakterien (Bacilli,

Pseudomonaden, Corynebakterien, Streptomyceten); Hefen (*S. cerevisiae*, *P. pastoris*, *Candida* spp., *S. pombe*); filamentöse Pilze (*Aspergilli*, *Trichoderma*, *Penicillium*).

Erwartete Vorkenntnisse:

Biochemie 2, Methoden der Molekularbiologie und Gentechnik, Mikrobiologie, Biotechnologie 2

Fähigkeit zum Verstehen angewandter Fragestellungen der Biologie, Physik und Chemie (Schulwissen Oberstufe AHS, BHS oder gleichwertige berufsbildende höhere Schulen).

Fähigkeit zum vernetzten Denken.

Sie sind teamfähig. Sie sind sich der ethischen, gesellschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Dimension ihrer Tätigkeit bewusst.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine verpflichtenden Voraussetzungen

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Instrumente der oben genannten Kapitel sowie Illustration der Anwendung derselben an Beispielen.

Einüben des Gelernten und Diskussion der Resultate im Team.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

2,0/1,5 VO Synthetische Biologie

2,0/1,5 VO Weiße Biotechnologie und Biorefineries

2,0/1,5 VO Biologie und Genetik industrieller Mikroorganismen

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Bioverfahrenstechnik (Bioprocess engineering)

Regelarbeitsaufwand: 7,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage Strategien für die Prozessentwicklung und zur Bearbeitung von ingenieurwissenschaftlichen Fragestellungen zu konzipieren; die Grundlagen der (bio)chemischen Prozessanalytik zur zeitnahen Gewinnung von chemischer Information mittels off-line, on-line bzw. in-line fähigen Messstrategien, sowie die Konzeptionierung von biopharmazeutischen Anlagen und den darin integrierten Verfahrensschritten zu erläutern.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage das Gelernte zu abstrahieren, um Aufgaben in der Disziplin der Automatisierungstechnik auf hoch innovative Technologien interdisziplinär zu bearbeiten, komplexe Probleme im Spannungsfeld Biotechnologie, Ingenieurwissenschaften und Analytik zu lösen, als auch die Qualität

der ermittelten chemischen Information in Bezug auf Kalibration, Rückführbarkeit sowie Validierung der gewonnenen Messdaten zu bewerten.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind der Lage Modelle, theoretische Konzepte und experimentelle Daten und deren Grenzen kritisch zu analysieren.

Inhalt: Generelle Anforderungen an Messprinzipien am Bioreaktor. Überblick über Konzept und Funktionsweise von Biosensoren sowie in- und on-line fähigen optischen Techniken.

Strategien zur selektiven Erkennung mittels Biomolekülen, Arten von Transducern sowie Signalverarbeitung; Einzelsensoren vs. Sensorarrays. Anhand von Beispielen erfolgreicher Biosensoren werden deren Stärken sowie Schwächen in Bezug auf analytisch-chemische Leistungskriterien sowie Kosten diskutiert. Weiters sollen faseroptische on- bzw. in-line Sonden für die Bioprozessüberwachung vorgestellt und diskutiert werden. Ein besonderer Schwerpunkt soll hier auf den zugänglichen Informationsgehalt sowie auf moderne Auswertungsstrategien gelegt werden.

Einführung in Entwicklung von kinetischen Modellen. Grundprinzipien der Entwicklung von metabolischen Fluss-Modellen, multivariate Versuchsplanung mit Design of Experiment Ansätzen.

Pharmazeutische Gesamtprozesse und deren Klassifizierung, Biopharm, Fill and Finish, Secondary packaging; Besondere Anforderungen an pharmazeutische Anlagen; Regulatorische Rahmenbedingungen zur Anlagenauslegung, Funktionen und Spezifikation einzelner pharmazeutischer Prozessschritte, Integration von unterstützenden Funktionen wie CIP, SIP, Reinmedien, Layout von pharmazeutischen Anlagen, Personal und Material-Flüssen, Anforderungen an den Reinraum und Reinraumkonditionen, Case Study.

Erwartete Vorkenntnisse:

Einführung in die Biotechnologie und Bioverfahrenstechnik aus dem Bachelorstudium Technische Chemie oder äquivalente LV

Fähigkeit zum Verstehen angewandter Fragestellungen der Biologie, Physik und Chemie (Schulwissen Oberstufe AHS, BHS oder gleichwertige berufsbildende höhere Schulen).

Fähigkeit zum vernetzten Denken.

Sie sind teamfähig.

Sie sind sich der ethischen, gesellschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Dimension ihrer Tätigkeit bewusst.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine verpflichtenden Voraussetzungen

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Instrumente der oben genannten Kapitel sowie Illustration der Anwendung derselben an (ingenieurwissenschaftlichen) Beispielen.

Mündliche Prüfung mit Fallbeispielen und Theoriefragen. Einüben des Gelernten durch selbst-ständiges Lösen von Übungsbeispielen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die

Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Biosensoren und Bioprozessanalytik

1,5/1,0 VO Modeling and Methods in Bioprocess Development

2,5/1,5 VO Biopharmazeutische Prozesstechnologie

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Chemische Biologie (Chemical biology)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Kenntnis grundlegender Konzepte sowie von Strategien und Methoden der chemischen Biologie stellt eine wesentliche Ergänzung in der Ausbildung für späteres interdisziplinäres Arbeiten in diesem Bereich dar. Nach Absolvierung dieses Moduls verfügen Studierende über vertieftes Wissen an der Schnittstelle zwischen Chemie und Biologie mit Schwerpunkt auf biologisch relevante Elemente und Moleküle, biokatalytische Reaktionen und Prozesse, die gezielte Modifikation von Biomolekülen, sowie chemisch-biologische Methoden zur Untersuchung und gezielten Kontrolle biologischer Systeme.

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, biologische Aspekte von Elementen und (Bio)Molekülen, die Grundlagen enzymatischer Reaktionen sowie der Biokatalyse, die gezielte chemische und biosynthetische Modifikation von Biomolekülen, sowie moderne Methoden im Bereich der Chemischen Biologie zur Untersuchung und Kontrolle biologischer Systeme zu erläutern und dieses Wissen entsprechend anzuwenden.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden können chemische und biomolekulare Konzepte unter Berücksichtigung moderner Methoden anwenden und interdisziplinäre Ansätze an der Schnittstelle zwischen Chemie und Biologie entwickeln.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: —

Inhalt:

- Chemische Biologie von Elementen und Biomolekülen
- Enzymatische Reaktionen an natürlichen und nicht-natürlichen Substraten
- Chemische und biosynthetische Modifikation von Biomolekülen
- Click Chemie und bioorthogonale Reaktionen
- Grundlagen von chemisch-biologischen Techniken und Analysemethoden
- Strategien zur Kontrolle und Manipulation biomolekularer Prozesse und biologischer Systeme

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlagen der organischen Chemie und Biochemie wie sie im Bachelorstudium Technische Chemie in den Vorlesungen Organische Chemie 1, Organische Chemie 2 und Biochemie 1 vermittelt werden. Kenntnisse in der Chemie von Biomolekülen wie sie in der VO Synthese von Biomolekülen behandelt werden.

Analytische Denkweise, problemlösungsorientierte Herangehensweise, kritische Analyse wissenschaftlicher Literatur

Verpflichtende Voraussetzungen: —**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: :**

Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Methoden der oben genannten Kapitel sowie Illustration deren Anwendung anhand von wissenschaftlichen Beispielen.

Die Leistungsbeurteilung erfolgt schriftlich oder mündlich.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Chemical Biology I

3,0/2,0 VO Chemical Biology II

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Chemische Reaktortechnik (Chemical reactor technology)

Regelarbeitsaufwand: 7,5 ECTS

Lernergebnisse:*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die Methoden der chemischen Verfahrenstechnik, sowie das Basiswissen auf dem Gebiet der Wirbelschicht als Mehrphasen-Reaktor und die Anwendung der theoretischen Grundlagen auf praxisnahe Problemstellungen zu erläutern. Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind, durch das Üben der vorgestellten grundlegenden, wie auch vertiefenden Theorien und Methoden anhand anwendungsorientierter Problemstellungen, in der Lage die Reaktoren auszuwählen und auszulegen, als auch das Scale-Up durchzuführen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage zusammenzuarbeiten und kreative Lösung auch im Team zu entwickeln, dies ist aufgrund des interdisziplinären und komplexen Charakters verfahrenstechnisch -reaktionstechnischer Problemstellungen nötig.

Inhalt:

- Grundlagen der chemischen Verfahrenstechnik: Stoffbilanzen, Wärmebilanzen, Stofftransport und Wärmetransport für Kombinationen idealer Reaktormodelle, Leistungsvergleich der Reaktortypen, Laborreaktoren zur Ermittlung kinetischer Daten, einfache Modelle realer Reaktoren, wärmetechnische Auslegung
- Anwendung der theoretischen Grundlagen der chemischen Verfahrenstechnik auf praktische Problemstellungen. Erarbeitung der chemischen Reaktionstechnik und deren theoretischen Grundlagen vor allem in Hinblick auf das Lösen von praktischen Problemen der Verfahrensentwicklung und Verfahrensoptimierung. Die Probleme von Scale-up und die Übertragung von Laborergebnissen auf Großanlagen werden kritisch beleuchtet und mit dem aktuellen Stand der Forschung verglichen
- Grundlagen der Wirbelschichttechnik zur Auslegung einfacher Wirbelschichtreaktoren. Strömungsmechanische Grundlagen, Auslegung von Gasverteilerböden, Zweiphasentheorie - Blasen in Wirbelschichten, Feststoffdurchmischung, Partikelaustrag, Wärmeübergang und Stoffübergang, zirkulierende Wirbelschichten. Darstellung von Anwendungsfällen.

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlegende Kenntnisse auf den Gebieten der thermischen und chemischen Verfahrenstechnik, sowie physikalischen Chemie

Verpflichtende Voraussetzungen: —**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

Vorlesungen über Theorien und Methoden mit der anschaulichen Illustration von anwendungsorientierten Beispielen.

Die Leistungskontrolle erfolgt durch mündliche Prüfung.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

1,5/1,0 VO Chemische Verfahrenstechnik I b

3,0/2,0 VO Chemische Verfahrenstechnik II

3,0/2,0 VO Wirbelschichttechnik

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Elektrochemie (Electrochemistry)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die grundlegenden Zusammenhänge in elektrochemischen Systemen, methodische Vorgangsweisen zu deren Charakterisierung durch elektrochemische Messungen und die grundlegenden Zusammenhänge zwischen (elektrochemischen) Eigenschaften von Materialien, Umgebung, usw. zu erläutern.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage wesentliche Einflussgrößen auf elektrochemische Prozesse zu identifizieren, was Ihnen erlaubt neue Materialien für Batterien, Brennstoffzellen und neue Werkstoffe zu beurteilen und zu entwickeln, sowie auf den Gebieten Katalyse, Reaktionsmechanismen oder Oberflächencharakterisierung grundlegende Untersuchungen durchzuführen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die im Zuge des Moduls erlangten Kompetenzen, bilden die Grundlage, dass die Studierenden in Lage sind den technologischen Herausforderungen, die eine Bedeutung für eine nachhaltig und ressourcenschonend wirtschaftende Gesellschaft haben zu bewältigen, z.B. für die Lösung des Speicherproblems für elektrische Energie.

Inhalt:

- Thermodynamik elektrochemischer Systeme, Kinetik von Elektrodenreaktionen, Reaktionsmechanismen.
- Charakterisierung von elektrochemischen Prozessen mit Hilfe von elektrochemischen Messmethoden (Voltammetrie, Impedanzspektroskopie, instationäre Methoden, kontrollierter Stofftransport, u.a.)
- Anwendung elektrochemischer Methoden und Verfahren, z.B. zur Herstellung und Modifikation von metallischen Beschichtungen, zur Stoffumwandlung und Elektrolyse, in (elektro-)chemischen Sensoren und galvanischen Zellen, etc.. Kathodische und anodische Prozesse (Metallabscheidung und -auflösung bzw. -oxidation, Korrosion, Elektrokatalyse).

Erwartete Vorkenntnisse:

Chemische Thermodynamik, Reaktionskinetik, Grundlagen der Elektrochemie

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag mit Präsentation von Beispielen, Diskussion mit den Studierenden.

Leistungskontrolle: durch schriftliche oder mündliche Prüfung.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studieren und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Elektrochemische Mess- und Untersuchungsmethoden
3,0/2,0 VO Elektrochemische Prozesse und Technologien

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Elektronenmikroskopie von Festkörpern (Electron microscopy of solids)

Regelarbeitsaufwand: 8.0 ECTS

Lernergebnisse:*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach Absolvierung des Moduls können Studierende die experimentelle Herangehensweise an spezifische Fragestellungen der Nanoanalytik erklären, sowie die physikalischen Grundlagen der elektronenmikroskopischen Analysemethoden beschreiben, welche dazu dienen, chemische, optische und magnetische Eigenschaften von kristallinen oder amorphen Materialien auf Nanometerskala zu bestimmen. Die Studierenden können andererseits vermitteln welchen Informationsgehalt, welche Möglichkeiten und Beschränkungen elektronenmikroskopische Analysemethoden besitzen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden können das Gelernte selbständig anwenden, um chemische Analysen mit Hilfe des Elektronenmikroskops durchzuführen und geeignete theoretischer Modelle zu entwickeln.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Im Rahmen dieses Moduls wird die Fähigkeit der Studierenden gefördert, sich weiterzubilden und die physikalischen Grundlagen der Elektronen-Materie Wechselwirkung sich zu eigen zu machen

Inhalt: Den Studierenden werden grundlegende physikalische Gesetzmäßigkeiten der Festkörperphysik und zur Charakterisierung von Festkörpern auf atomarer Skala durch Kombination von Elektronenspektroskopie, Röntgenanalytik, Elektronendiffraktion und Elektronenmikroskopie sowie über die elektronische Struktur als Grundlage für die Beschreibung von Materie vermittelt. Die theoretischen Kenntnisse werden im Rahmen eines Praktikums am Elektronenmikroskop veranschaulicht und vertieft.

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlegende Kenntnisse auf dem Themengebiet der Physikalischen, Theoretischen und Analytischen Chemie.

Analytische Denkweise; Begabung zur Abstraktion, Modellbildung und Anwendung von Modellen auf praktische Fragestellungen.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

5.0/4.0 PR Elektronenmikroskopie

3.0/2.0 VO Grundlagen der Elektronenmikroskopie

oder

3.0/2.0 VO Techniken der Analytischen Elektronenmikroskopie

Energetische Biomassenutzung (Energetic Biomass Utilization)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die grundlegenden und weiterführenden Kenntnisse und Methoden auf dem Gebiet der thermischen Biomassenutzung sowie der Konversion biogener Rohstoffe in der modernen Raffinerietechnik zu erläutern.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage Prozesse anhand der vorgestellten Verfahren und Methoden eigenständige Lösungsansätze zu entwickeln, sowie Reaktoren auszuwählen und auszulegen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage für energietechnische Problemstellung mit interdisziplinärem (Klimarelevanz) und komplexem Charakter zusammen im Team kreative Lösung Strategien zu erarbeiten und zu entwickeln.

Inhalt:

- Darstellung von Art und Potential der Biomasse weltweit. Ernte, Aufarbeitung und Charakterisierung der biogenen Brennstoffe. Grundlagen der thermischen Konversion: Verbrennung, Vergasung und Pyrolyse. Stand der Technik und Ausblick ausgehend vom aktuellen Stand der Forschung.
- Überblick über die wichtigsten Verfahren einer Erdölraffinerie sowie die Anwendung von Teilen dieser Technologien zur Verarbeitung biogener Einsatzstoffe. Grundlagen zur Konzeption eines zirkulierenden Wirbelschichtsystems für katalytisches Cracken von Bioölen, Altspeiseölen und Tierfetten. Substitution von Rohöl durch Einsatzstoffe biogenen Ursprungs.

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlegende Kenntnisse auf den Gebieten der thermischen, chemischen Verfahrenstechnik und physikalischen Chemie

—
—

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:
Vorlesungen über Theorien und Methoden mit der anschaulichen Illustration von anwendungsorientierten Beispielen.

Die Leistungskontrolle erfolgt durch mündliche Prüfung.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Thermische Biomassenutzung

3,0/2,0 VO Raffinerietechnik und Wirbelschichtsysteme

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Fortgeschrittene Anorganische Chemie (Advanced Inorganic Chemistry)

Regelarbeitsaufwand: 9,0 ECTS

Lernergebnisse:*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage fortgeschrittene Konzepte in der modernen koordinations- und metallorganischen Chemie zu erläutern.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage ab-initio Methoden anzuwenden, eine geeignete theoretische Methode für ein bestimmtes Problem auszuwählen, Ergebnisse aus ab-initio Methoden zu analysieren und zu organisieren.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: —

Inhalt: Elektronenstruktur metallorganischer Verbindungen (Übergangsmetalle), mechanistische Aspekte: Substitutionsreaktionen, oxidative Additionen (z.B. H-H-, C-H-, C-Si- und C-C-Bindungsaktivierung), reduktive Eliminierungen, Insertionsreaktionen, Eliminierungsreaktionen (alpha-, beta- und gamma-Eliminierung, Decarboxylierung, Decarboxylierung), sigma-bond Metathese, Reaktionen koordinierter Liganden (nukleophile und elektrophile Addition und Abstraktion), Aspekte der homogenen Katalyse bei wichtigen industriellen Prozessen physikalische Methoden in der metallorganischen Chemie am Beispiel von NMR Spektroskopie.

Wesentliche Grundlagen der Koordinationschemie aus der Gruppentheorie, Kristallfeld und Ligandenfeld- Theorie zum Verständnis von Spektren und magnetischen Eigenschaften, Jahn-Teller Effekt, erweitertes Lewis Säure-Base Konzept, Lösungsmittel und deren Koordination zu Metallionen, Vertiefung des hart-weich Konzeptes (Quantifizierung) werden besprochen. Redoxreaktionen - Variation des elektrochemischen und chemischen

Potentials durch Liganden und Lösungsmittel. Frank Condon Barriere. Vertieftes Verständnis magnetischer Eigenschaften von Übergangsmetallverbindungen, Spin-Crossover-Komplexe, Molekulare Magnete. Die entsprechenden theoretischen Grundlagen zum Verständnis dieser Eigenschaften.

Lösung der atomaren Schrödingergleichung, Optimierung molekularer Strukturen, Analyse von frontier orbitals und chemischer Bindung, Berechnung von Kraftkonstanten-Matrizen und Eigenschwingungen mit ab-initio Methoden. Schreiben kurzer Python scripts um Ergebnisse zu analysieren und Rechenverfahren zu automatisieren.

Erwartete Vorkenntnisse:

Kenntnisse der im Basisblock Angewandte Synthesechemie vermittelten Inhalte der molekularen Grundlagen, Kenntnisse der VOs Anorganische Chemie auf Bachelor- Niveau. Inhalt der VO Theoretische Chemie.

Verpflichtende Voraussetzungen: keine

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die Bildungsziele des Moduls werden kapitelweise als interaktiver Frontalvortrag vermittelt (Zwischenfragen ins Auditorium) sowie Übungen am Computer. Die Leistungsbeurteilung erfolgt in Form schriftlicher und mündlicher Einzelprüfungen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Metallorganische Chemie

3,0/2,0 VO Koordinationschemie

3,0/2,0 VO Theoretische Molekülchemie

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Fortgeschrittene Organische Chemie (Advanced Organic Chemistry)

Regelarbeitsaufwand: 9,0 ECTS

Lernergebnisse: Beherrschung von Strategien und Methoden der modernen Synthesechemie ist für präparativ orientierte Chemikerinnen und Chemiker unerlässlich. Dieses Modul vermittelt vertiefendes Wissen in diesem Bereich, um in den meisten später folgenden Modulen Probleme adäquat behandeln zu können.

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage, fortgeschrittene Konzepte in der modernen organischen Synthesechemie, moderne Synthesemethoden und -taktiken für den anwendungsorientierten Einsatz, sowie die Namensgebung in der organischen Chemie zu erläutern. Dieser

anwendungsorientierte Einsatz beinhaltet insbesondere die Syntheseplanung bis dato nicht literaturbeschriebener Substanzen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage eigenständig in der Praxis Synthesestrategien zu entwickeln, passende Methodologien anzuwenden und die Namensgebung in der organischen Chemie abzuleiten, diese Fähigkeiten werden durch Üben an fachspezifischen Fragestellungen vermittelt.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: —

Inhalt:

- Katalytische Methoden
- Retrosynthetische Syntheseplanung
- Schutzgruppentechniken
- Nomenklatur

Erwartete Vorkenntnisse:

Chemische Reaktivität funktioneller Gruppen, Funktionsgruppentransformationen, Stereochemie und asymmetrische Synthesen (zu erwerben in: Molekulare Grundlagen im Basis- modul Angewandte Synthesechemie)

Prinzipielles Verständnis von Syntheseoperationen im Labor, Syntheseplanung (zu erwerben in: Molekulare Grundlagen im Basismodul Angewandte Synthesechemie und Fortgeschrittenes Synthesepraktikum)

Verpflichtende Voraussetzungen: VO Organische Chemie 3, VO Physikalische Organische Chemie

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Methodologien der oben genannten Kapitel sowie Illustration der Anwendung derselben an (wissenschaftlichen) Beispielen. Schriftliche Prüfung. Einüben des Gelernten durch selbstständiges Lösen von Übungsbeispielen. Leistungskontrolle durch regelmäßige Hausübungen, Tafelleistung, Tests möglich.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studieren und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Katalyse in der Organischen Synthese

3,0/2,0 VO Organische Chemie 4

3,0/2,0 VU Nomenklatur in der Organischen Chemie

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Fortgeschrittene Polymerchemie (Advanced Polymer Chemistry)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage Synthesemethoden zum Aufbau definierter Polymerarchitekturen, zur Synthese neuer funktioneller polymerer Materialien, sowie wichtige Charakterisierungsmethoden für spezielle Polymere und mehrphasige polymere Materialien zu erläutern.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Aufbauend auf der Kenntnis spezieller Synthese- und Charakterisierungsmethoden werden die Studierenden dazu befähigt, die Methoden zielgerichtet auf spezifische Fragestellungen anzuwenden und methodenübergreifend Fragestellungen im Bereich der Polymersynthese und Polymeranalytik zu lösen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden können die erlernten Methoden kritisch bewerten und die Grenzen ihrer Anwendbarkeit diskutieren.

Inhalt: Lebende Polymerisationen (ionisch, radikalisch, Insertion, Metathese u.a.), Photopolymerisation. Synthesemethoden für spezielle Polymerarchitekturen (Block-, Pfropf-, Stern-Copolymere, dendritische Polymere) und polymere Netzwerke. Oberflächenmodifizierung von Polymeren. Lithographie-Verfahren. Spezielle technische Verfahren.

Strukturbestimmung spezieller Polymere mit massenspektrometrischen Techniken, Analytik von oberflächenmodifizierten polymeren Materialien, Analyse der chemischen Mikrostruktur und Textur polymerer Mehrphasensysteme, mikroskopische Analyse der Morphologie mehrkomponentiger Kunststoffe (inkl. Kontrastierungsmethoden), Untersuchung des Einflusses (mikro)struktureller Parameter auf die thermo-mechanischen Eigenschaften polymerer Materialien, Fließ- und Deformationsverhalten von mehrphasigen Systemen und polymeren Netzwerken (Rheologie)

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlagen der organischen und makromolekularen Chemie. Grundlagen der molekular- und materialchemischen Analytik.

Verpflichtende Voraussetzungen: -

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag mit Präsentationen über die im Inhalt genannten Themengebiete. Schriftliche oder mündliche Prüfung.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Spezielle Synthesemethoden für Polymere

3,0/2,0 VO Polymercharakterisierung

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Fortgeschrittene Spektroskopie (Advanced Spectroscopy)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage, wichtige fortgeschrittene Methoden und Techniken aus den Bereichen der Kernresonanz- und der Schwingungsspektroskopie zu präsentieren und zu diskutieren, das umfasst die physikalisch-chemischen Grundlagen, die gerätetechnische Realisierung, sowie ausgewählte Beispiele an denen Informationsgehalt, Potential und Limitationen der einzelnen Methoden dargestellt werden kann.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage das vorgestellte Methodenrepertoire zielgerichtet auf spezifische Fragestellungen anzuwenden und die erzielten Ergebnisse interpretieren und kritisch beurteilen zu können.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage das erlernte Wissen zu verwenden, um neue Fragestellungen aus der Praxis kreativ zu lösen, die Fähigkeit wird durch ausgewählte Anwendungsbeispiele geschult.

Inhalt: Kernresonanzspektroskopie: Wichtige 2D-NMR-Methoden; Gradienten-NMR-Spektroskopie; Inverse Techniken; Heterokerne (^{19}F , ^{31}P , ^{15}N , ^{17}O , ^{11}B , ^{29}Si , Alkalimetalle, u.a.). Ermittlung komplexerer chemischer Strukturen (Konstitution, Konfiguration, sterische Aspekte) aus ein- und mehrdimensionalen NMR-Datensätzen (1D Spektren sowie Differenz-NOE; 2D-NMR Aufnahmen: COSY, NOESY, HSQC, HMBC,...).

Schwingungsspektroskopie: Vorstellung fortgeschrittener Meßmodi der IR- (Transmission, ATR, externe Reflexion, diffuse Reflexion, Photoakustik, Mikroskopie) und Raman-spektroskopie (faseroptische Sonden, Mikroskopie) anhand von Beispielen aus der Physikalischen Chemie / Katalyse, der Material- und Werkstoffcharakterisierung und der Biotechnologie. Grundzüge von Spektrenauswertung mittels PCA, MCR sowie 2DCoS anhand von Beispielen. Einblick in aktuelle Entwicklungen der Schwingungsspektroskopie (Imaging, Miniaturisierung, Kombination mit anderen Techniken wie z.B. Integration von AFM und Ramanmikroskopie).

Erwartete Vorkenntnisse:

Kenntnisse der im Basisblock Angewandte Synthesechemie vermittelten spektroskopischen Methoden sowie der physikalischen Chemie auf Bachelor-Niveau.

Durchschnittliche Begabung zur Abstraktion, Modellbildung und Anwendung von Modellen auf praktische Fragestellungen.

Verpflichtende Voraussetzungen: VO Molekularchemische Analytik 3.0 ECTS

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag mit starker Einbindung der Hörschaft; Präsentation und Diskussion von zahlreichen Anwendungsbeispielen; von den Studierenden auszuarbeitende und zu präsentierende

Beispiele

Leistungsbeurteilung: Prüfung schriftlich oder mündlich; Beurteilung der Präsentation

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VU Moderne 1D- und 2D NMR Methoden

3,0/2,0 VO Schwingungsspektroskopie

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Industrielle Katalyse (Industrial Catalysis)

Regelarbeitsaufwand: 9,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die Grundlagen der Katalyse im Kontext der Verfahrenstechnik zu erklären. Die Synthese, die Charakterisierung und das Testen von Katalysatoren sowie die Modellierung und Reaktionstechnik katalytischer Prozesse werden ebenfalls diskutiert.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage die Reaktionskinetik in verschiedenen katalytischen Reaktoren, unter Berücksichtigung von Stoff- und Wärmeübertragung, zu beschreiben. Sie können den Einfluss von Katalysatoren auf das Verhalten und die Effizienz chemischer Reaktoren beschreiben, bewerten und diskutieren. Anhand praktischer Beispiele wird den Studierenden die Rolle der heterogenen Katalyse als Schlüsseltechnologie in der modernen chemischen Industrie vermittelt. Kritische Betrachtung der anwendungsrelevanten Beispiele, sowie Lösung der entsprechenden Probleme stellen weitere Kernkompetenzen dar.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Studierende können über den Einfluss von Katalyse und Industriechemie auf eine nachhaltige Produktion und die Industrie der Zukunft nachdenken. Innovationskompetenz, sowie Kreativität der Studierenden werden durch die angebotenen Aufgaben entwickelt.

Inhalt:

Nach positiver Absolvierung der Lehrveranstaltung sind Studierende in der Lage:

- die Beiträge des Massentransportes in heterogen katalysierten Reaktionen in einfachen Fällen einzuschätzen. Studierende können die experimentellen Kriterien zur Abschätzung des Einflusses von Massen- und Wärmetransporten auf die Reaktionsgeschwindigkeit anwenden.

- die idealen Reaktoren zur Durchführung der heterogen katalysierten Reaktionen zu bilanzieren, sowie die Grundlagen der realen Reaktoren zu besprechen.
- den Hauptgrund der Katalysatordeaktivierung im Betrieb zu nennen.
- konventionelle Synthesemethoden für Vollkatalysatoren und Trägerkatalysatoren zu beschreiben, sowie die Einflüsse der unterschiedlichen Präparationsschritte auf Materialeigenschaften zu diskutieren.
- geeignete Methoden zur Charakterisierung eines festen Katalysators – sowohl frisch als auch verbraucht – auszusuchen und die Ergebnisse auszuwerten.
- die industriellen heterogen katalysierten Verfahren zu diskutieren.

Erwartete Vorkenntnisse:

Wichtige Grundlagen der physikalischen Chemie und der Thermodynamik. Die Teilnahme an der LVA Kinetik und Katalyse wird empfohlen.

Fähigkeit, angewandte Probleme für chemische Reaktionen in Gegenwart eines Katalysators anzugehen.

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag und Diskussion der oben genannten Lerninhalte, Illustration durch Beispiele aus der wissenschaftlichen und industriellen Praxis. Mündliche oder schriftliche Überprüfung der Lerninhalte mit Beispielen und Theoriefragen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Grundlage der katalytischen Verfahren

3,0/2,0 VO Herstellung und Charakterisierung von Feststoffkatalysatoren

3,0/2,0 VO Industrielle katalytische Verfahren

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Festkörperionik (Solid state ionics)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage, die Herstellung, Eigenschaft und Anwendung fester nicht-metallisch anorganischer Stoffe zu erläutern. Sie können die physikalisch-chemischen bzw. elektrochemischen Eigenschaften technisch relevanter ionischer Materialien erklären, die Wahl der Materialien für konkrete Anwendungen begründen und aufzeigen wie sich damit

elektrochemische Zellen wie z.B. Batterien, Brennstoffzellen, Elektrolysezellen, aber auch Informationsspeichersysteme oder Aktoren und Sensoren optimieren lassen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage die Eigenschaften von Festkörpern im Hinblick auf deren Anwendungen als Funktionswerkstoffe aus der chemischen Zusammensetzung, Defektstruktur und Mikrostruktur inkl. deren Abhängigkeit von den äußeren Bedingungen abzuleiten und diese Materialien dann optimal einzusetzen und weiterzuentwickeln.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: —

Inhalt:

- Exemplarisches Vermitteln von physikalisch-chemischen bzw. elektrochemischen Grundlagen, welche die anwendungsrelevanten Eigenschaften von keramischen Festkörpern inkl. deren Herstellbarkeit und Stabilität bestimmen. Behandelt werden u.a.
 - i) Gitterdefekte und redoxaktive Ionen sowie deren Abhängigkeit von Material und äußeren Bedingungen,
 - ii) festkörperkinetische Vorgänge wie Diffusion, Ladungstransport, Interaktion mit der Gasphase, Segregation und Neuphasenbildung, einschließlich deren Bedeutung für Festkörperreaktionen und für Anwendungen in Batterien, Brennstoffzellen und elektrokeramischen Bauelementen,
 - iii) Korngrenzen und Raumladungen in Festkörpern und deren Rolle in Halbleitern und Ionenleitern.
- Exemplarisches Kennenlernen von wichtigen Funktionsmaterialien und deren Eigenschaften mit Betonung der Auswahlkriterien und Optimierungsmöglichkeiten in den konkreten Anwendungsfeldern. Schwerpunkte: Materialien für Batterien (bes. Lithium-Ionen-Akkus), Materialien für Brennstoffzellen und Elektrolysezellen, Materialien für Halbleiteranwendungen (Energie- und Informationstechnologie), Sensorkeramiken.

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlagen der Anorganischen Chemie, Physikalischen Chemie und Festkörperchemie; vorteilhaft sind Kenntnisse zu keramischen Materialien und Elektrochemie

Grundlegende Fähigkeit zu interdisziplinärer Denkweise und zur Anwendung physikalischer Beschreibungsmethoden auf chemische Systeme

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag mit Präsentation von Beispielen, Diskussion mit den Studierenden. Leistungskontrolle durch schriftliche oder mündliche Prüfung.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studieren und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Grundlagen der Festkörperelektrochemie und Festkörperkinetik

3,0/2,0 VO Anwendungen elektrochemischer Materialien

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Massenspektrometrie (Mass spectrometry)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die Grundlagen und die neuen Konzepte und Methoden der Molekül- und Element-Massenspektrometrie unter besonderer Berücksichtigung von zukunftsrelevanten Themengebieten, wie der bildgebenden Massenspektrometrie zu erläutern.

Des Weiteren können die Studierenden Möglichkeiten zur Entwicklung von Strategien, Methoden und Techniken aus den jeweiligen Bereichen erklären.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage fortgeschrittenen Methoden der Massenspektrometrie in der qualitativen (Strukturaufklärung) und quantitativen Analytik anzuwenden. Die Studierenden sind in der Lage selbständig Anwendungsmöglichkeiten für die massenspektrometrischen Techniken zu schlussfolgern, sowie lösungs- und gestaltungsorientierte neue Strategien und Techniken zu entwickeln und die Strategien, Methoden und Techniken der Massenspektrometrie kritisch zu bewerten.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: —

Inhalt: Prinzipien und Mechanismen der Desorption/ Ionisationstechniken: Laser Desorption Ionization (LDI), Desorption Electrospray Ionization (DESI), Vakuum Matrix-Assisted LDI (vMALDI) und Atmospheric Pressure MALDI (APMALDI), Statische und dynamische Secondary ion mass spectrometry (SIMS), ESI und Nano ESI, Atmospheric Pressure CI (APCI), Atmospheric Pressure Photoionization (APPI), Direct Analysis in Real Time (DART), Laser Ablation Electrospray Ionization (LAESI), Thermische Ionisation (TI), Funkenentladungsisolation; Glow discharge ionization (GDI), Induktiv gekoppelte Plasmaionisation (ICP); Prinzipien und Leistungsfähigkeiten von High end massenspektrometrischen Analysatoren: Linear- und Reflektorflugzeitanalysatoren, Linear und 3D Ionenfallen, Quadrupolanalysator, Ionencyclotronresonanz- und Orbitrap-Analysatoren; Tandem- und Mehrstufenmassenspektrometer für kollision-induzierte Dissoziation, Elektronentransferdissoziation und Elektroneneinfangdissoziation; Applikation der Methoden auf Fragestellungen aus dem Bereich anorganische Massenspektrometrie (z.B. Werkstoff- und Materialwissenschaften oder Umweltwissenschaften), biologische Massenspektrometrie (z.B. Biotechnologie, Medizin und Biologie) und organischen Massenspektrometrie (z.B. Synthese- und Naturstoffchemie).

Erwartete Vorkenntnisse:

Analytische Chemie II und III (aus dem Bachelorstudium Technische Chemie)
Fähigkeit zum Verstehen angewandter Fragestellungen im Bereich Physik, Chemie, Biotechnologie, Medizin, Material- sowie Umweltwissenschaften und Fähigkeit zum vernetzten Denken.

Sie sind teamfähig und haben naturwissenschaftlich, analytisches Denkvermögen.

Sie sind sich der ethischen, gesellschaftlichen, ökologischen und ökonomischen Dimension ihrer Tätigkeit bewusst.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine Voraussetzungen außer den Kenntnissen aus dem Bachelorstudium Technische Chemie.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag und Diskussion der theoretischen Grundlagen und des grundsätzlichen Aufbaus der Instrumente sowie Illustration der Anwendung derselben anhand von Beispielen.

Mündliche bzw. schriftliche Prüfung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse und Anwendung dieser auf Fallbeispiele zu den jeweiligen Bereichen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

2,0/1,5 VO Anorganische Massenspektrometrie

2,0/1,5 VO Biologische Massenspektrometrie

2,0/1,5 VO Organische Massenspektrometrie

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Materialchemie (Materials chemistry)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage wichtige theoretische Grundlagen von Nanomaterialien zu erklären, Einflüsse von Nanodimension auf physikalische und chemische Eigenschaften (optischen, elektronischen, strukturellen) herzuleiten, wichtige Charakterisierungsmethoden von Nanomaterialien zu kennen, theoretische Konzepte auf verwandte Materialklassen zu übertragen, und verschiedene Prozesse und Verfahren zur Herstellung von Nanomaterialien zu beschreiben. Außerdem können die Studierenden die Grundprinzipien der supramolekularen Chemie erläutern, sowie die Funktionsweise von Fotokatalysatoren, photovoltaischen Zellen und Leuchtdioden erklären und vergleichen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage ausgesuchte Nanomaterialien zu synthetisieren, wichtige Methoden zur Materialcharakterisierung

durchzuführen, nano-spezifische physikalische und chemische Eigenschaften von Materialien zu analysieren und zu interpretieren, sowie die Prinzipien der molekularen Erkennung und der Präorganisation zur Beschreibung einfacher molekularer Assemblies anzuwenden und die Ausweitung der Grundprinzipien der supramolekularen Chemie auf größere Systeme zu demonstrieren.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: —

Inhalt:

- Grundlagen und Erklärung von physikalischen Ursachen von Nano-Effekten
- Elektrische, magnetische und optische Eigenschaften von Nanomaterialien
- Synthese, Strukturen und chemische/physikalische Modifizierung bzw. Funktionalisierung von Nanomaterialien
- Einfluss von Oberflächengruppen auf die Eigenschaften von Nanomaterialien
- Chemische und physikalische Verfahren zur Nanostrukturierung von Oberflächen
- Chemie und Anwendungen von Fullerenen und Kohlenstoffnanoröhren
- Grundzüge der supramolekularen Chemie, molekulare Erkennung
- Selbstanordnungsmechanismen an Grenzflächen und in Lösungen sowie deren Anwendungen
- Mikrophasen-separierte und nanostrukturierte Polymere
- Molekulare Magnete, Leiter und Transistoren
- Molekulare-, supramolekulare und anorganische 1D-Strukturen
- Metallorganische Netzwerke (MOFs)
- Struktur-Eigenschafts-Anwendungs-Konzepte bei Nanomaterialien und selbstorganisierten Materialien

Erwartete Vorkenntnisse:

Es werden grundlegende Kenntnisse von organischen und anorganischen chemischen Reaktionen vorausgesetzt

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag über die chemischen und physikalisch-chemischen Grundlagen der vorab angeführten Themengebiete. Interaktive Besprechung der Grundlagen und Illustration von Beispielen aus der Anwendung sowie an aktuellen Forschungsergebnissen.

Mündliche Prüfung zur Leistungskontrolle

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Chemie der Nanomaterialien

3,0/2,0 VO Selbstorganisierte und photoaktive Materialien

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Medizinische Chemie (Medicinal chemistry)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse: Grundlegendes Verständnis über pharmazeutische Chemie, Pharmakologie und moderne diagnostische sowie therapeutische Strategien ist für medizinisch-chemisch ausgebildete Absolventinnen und Absolventen unerlässlich. Dieses Modul vermittelt vertiefendes Wissen in diesen Bereichen aufbauend auf der bisherigen Ausbildung im Bereich der organischen und biologischen Chemie.

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die grundlegenden Eigenschaften von biologisch aktiven Verbindungen und die Anwendung von fortgeschrittenen Konzepten in der modernen medizinischen Chemie zu erläutern.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden können medizinisch-chemische Grundlagen und fortgeschrittene Konzepte unter Berücksichtigung moderner Methoden anwenden und interdisziplinäre Ansätze entwickeln.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: —

Inhalt:

- Grundlagen der Wirkstoffaktivität
- Pharmakodynamik
- Pharmakokinetik
- Wirkstoffklassen und Mechanismen
- Computergestützte Methoden in der medizinischen Chemie
- Wirkstoff-Targeting
- Medizinische Anwendung von Biomolekülen und Biokonjugaten
- Moderne diagnostische und therapeutische Strategien

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlagen der organischen Chemie und Biochemie wie sie im Bachelorstudium Technische Chemie in den Vorlesungen Organische Chemie 1, Organische Chemie 2 und Biochemie 1 vermittelt werden. Kenntnisse in der Chemie von Biomolekülen sowie der chemischen Biologie, wie sie in den Lehrveranstaltungen VO Synthese von Biomolekülen, VO Chemische Biologie 1 und VO Chemische Biologie 2 behandelt werden, sind vorteilhaft.

Analytische Denkweise, problemlösungsorientierte Herangehensweise, kritische Analyse wissenschaftlicher Literatur

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die theoretischen Grundlagen und grundsätzlichen Methoden der oben genannten Kapitel sowie Illustration derer Anwendung anhand von wissenschaftlichen

Beispielen, auch durch interaktive Einbindung und selbst erarbeitete Beiträge der Studierenden.

Die Leistungsbeurteilung erfolgt schriftlich oder mündlich.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Medicinal Chemistry I

3,0/2,0 VO Medicinal Chemistry II

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Methoden für Design und Analyse von Werkstoffen (Methods for designing and analysing materials)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die wichtigsten Methoden der thermischen Analyse, ihre Anwendungen und Grenzen zu erklären. Sie sind in der Lage, die Grundlagen der CALPHAD-Methodik zu erläutern und die Möglichkeiten, aber auch die Grenzen dieser Tools zu argumentieren.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, selbstständig Methoden der thermischen Analyse auszuwählen und anzuwenden und die Messergebnisse zu interpretieren. Die Studierenden sind in der Lage, einfache Probleme zu lösen, grundlegende Forschungsfragen zu klären und auf der Grundlage der Ergebnisse von selbst durchgeführten CALPHAD-Berechnungen geeignete Versuchspläne vorzuschlagen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, die vermittelten Kenntnisse miteinander und mit dem Vortragenden zu diskutieren.

Inhalt:

- Theorie und Praxis der wichtigsten thermischen Analysenverfahren.
- Einführung in das Konzept der computergestützten Materialforschung.
- Theorie und Praxis der CALPHAD Simulation.
- Nutzung von CALPHAD-Softwaretools wie Thermo-Calc zur Durchführung thermodynamischer Berechnungen für die Bewertung komplexer Mehrkomponenten-Legierungssysteme.
- Praktische Übungen mit CALPHAD-basierten Werkzeugen zur Problemlösung in kleinen Gruppen.

Erwartete Vorkenntnisse:

Fundierte Kenntnisse im Bereich der Phasenlehre (zu erwerben im Modul „Werkstofftechnische Grundlagen“). Kenntnisse über das chemische und mechanische Verhalten verschiedener Werkstoffe.

Fähigkeit zur Lösung angewandter Fragestellungen der chemischen Werkstofftechnologie, Materialwissenschaften, Werkstoffcharakterisierung. Fähigkeit das erlernte chemische Wissen bei der Auswahl von Werkstoffen anzuwenden.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

Vortrag und Diskussion der oben genannten Lerninhalte, Illustration durch Beispiele aus der wissenschaftlichen und industriellen Praxis. Leistungskontrolle der Lerninhalte mit Beispielen und Theoriefragen durch mündliche Prüfungen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Thermische Analyse

3,0/2,0 VU CALPHAD-Methoden in der Werkstoffwissenschaft und im Ingenieurwesen

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Mikrobiologie und Bioinformatik (Microbiology and bioinformatics)

Regelarbeitsaufwand: 8,0 ECTS

Lernergebnisse:*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind die Studierenden in der Lage die grundsätzlichen Herangehensweisen in der praktischen Implementierung von bioinformatischen Analysentools zu erklären, weiteres können Sie die Grundprinzipien der guten mikrobiologischen Laborpraxis erläutern und einen Einblick in die praktische Umsetzung in der mikrobiologischen Forschung geben.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage bioinformatische Programme zu installieren, zu konfigurieren und anhand realistischer Datensätze aus der Forschung zu verwenden um wichtige Fragestellungen der Lebenswissenschaften zu bearbeiten. Des Weiteren können sie die praktische Implementierung von mikrobiologischen und molekular-biologischen Methoden zur Isolierung, Kultivierung und Charakterisierung von Mikroorganismen durchführen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind der Lage Probleme selbstständig und Hypothesen-getrieben zu lösen, mit einem hohen Ausmaß an Teamfähigkeit, Eigeninitiative und Kreativität zu arbeiten, zu recherchieren, erkenntnisgetriebenen Modelle zu

entwickeln, die Bedeutung von Mikroorganismen in natürlichen und technischen Systemen zu diskutieren, wissenschaftliche Themengebiete auszuarbeiten und einen Kurzvortrag zusammenzustellen.

Inhalt: Bioinformatische online Tools und Datenbanken und ihre Verwendung zur Analyse von Nukleinsäure- und Proteinsequenzdaten; Umgang mit Command-line Interfaces; Einführung in die Benutzung von UNIX und R; Assemblierung von mikrobiellen Genomen aus Ergebnissen von Genomsequenzierungsexperimenten; Anwendung von bioinformatischen Pipelines auf 16S rRNA Gen Sequenzdaten von mikrobiellen Gemeinschaften zur Untersuchung von Mikrobiomen. Einführung in steriles Arbeiten und Good Laboratory Practice in der Mikrobiologie und Biotechnologie; Probennahme in natürlichen und technischen Systemen; Isolation und Anzucht von Bakterien und Pilzen; Herstellung und Erhaltung von Reinkulturen; Molekular-diagnostischer Nachweis von Mikroorganismen; Experimente zum Abbau von Biopolymeren durch Mikroorganismen.

Erwartete Vorkenntnisse:

Besuch der Vorlesungen Mikrobiologie und Angewandte Bioinformatik aus der Vertiefung "Biotechnologie und Bioanalytik" oder äquivalente Lehrveranstaltungen.

Basiserfahrung im Umgang mit Computern.

Basiserfahrung im biochemischen und biotechnologischen Laborbetrieb (erfolgreicher Abschluss des Praktikums Biochemie und Biotechnologie aus dem Bachelorstudium Technische Chemie oder einer äquivalenten Lehrveranstaltung). Fähigkeit zum Verstehen angewandter Fragestellungen der Biologie.

Teamfähigkeit, sowie die Bereitschaft zum umsichtigen, sicherheitsorientierten und vorausplanenden Arbeiten im Labor.

Verpflichtende Voraussetzungen: Keine verpflichtenden Voraussetzungen

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

- Frontalvortrag in der UE (Erläuterung des theoretischen Hintergrunds der einzelnen Übungen)
- Selbständiges Ausarbeiten bioinformatischer Aufgabenstellungen, Datenbankrecherchen, DNA- und Proteinsequenz-Analysen, metagenomische Sequenzanalysen,
- Laborübungen, unter Anleitung bzw. Aufsicht werden selbständig Übungseinheiten in Form von Kleinstprojekten bearbeitet.
- Erstellung eines Protokolls zum allen Versuchseinheiten, Dokumentation, Auswertung, Interpretation und Diskussion der erhaltenen Ergebnisse.
- Schriftliche und/oder mündliche Nachbesprechung zur Kontrolle der inhaltlichen Kenntnisse
- Wissenschaftliches Training auf dem Gebiet durch Ausarbeitung eines Kurzvortrags zu einem Thema der angewandten Bioinformatik.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

4,0/4,0 UE Bioinformatik

4,0/4,0 LU Mikrobiologie

Beide Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Theoretische und Computerchemie (Theoretical and Computational Chemistry)

Regelarbeitsaufwand: 9,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Studierenden beherrschen, nach positivem Abschluss des Moduls die Grundlagen der theoretischen Chemie und Methoden zur Charakterisierung von Materie. Sie sind in der Lage den Einsatz von Computern zur Lösung chemischer Probleme zu erläutern. Sie können beurteilen welche Methoden am besten geeignet sind, um eine bestimmte Eigenschaft eines Stoffes zu berechnen. Sie haben die Fähigkeiten erworben an der Entwicklung neuer Methoden in den theoretischen Materialwissenschaften und der Katalyse mitzuwirken und Simulationen von kondensierter Materie, Werkstoffen, Oberflächen und Molekülen durchzuführen.

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden sind der Lage die theoretischen Methoden zu den Simulationen kondensierter Materie, Oberflächen und Molekülen zu wählen, diese durchzuführen und die Ergebnisse zu diskutieren.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Sie können anwendungsorientierte Fragestellungen der theoretischen und Computerchemie beantworten, sowie die Näherungen und Modelle kritisch hinterfragen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis über die vermittelten Konzepte der theoretischen und Computerchemie und können diese in der Praxis zielgerichtet, innovativ und kreativ einsetzen.

Inhalt:

- Theoretische Beschreibung der Materialeigenschaften von Festkörpern und der chemischen Reaktionen auf periodischen Modellen.
- Erstellung von einfachen atomistischen Simulationen, um experimentell überprüfbare Hypothesen zu verifizieren.
- Molekulardynamische Simulationen kondensierter Materie durchführen. Alternative Kraftfelder durch Machine Learning
- Theoretische Beschreibung von Molekülen, ihren Eigenschaften und Reaktivitäten.

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlegende Kenntnisse auf dem Themengebiet der theoretischen, Computer- und Festkörperchemie.

Fähigkeit zur Behandlung von Problemen der theoretischen und Computerchemie

Verpflichtende Voraussetzungen: keine

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag über die theoretischen Grundlagen sowie Illustration der Anwendung derselben an Beispielen. Mündliche Prüfung, Theoriefragen und Fragen aus der Praxis. Einüben des Gelernten durch selbstständiges Lösen von Übungsbeispielen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Atomistische Simulation von Werkstoffen

3,0/2,0 VU Simulation von kondensierter Materie

3,0/2,0 VO Theoretische Molekülchemie

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Pulvermetallurgie (Powder metallurgy)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die Grundlagen für Herstellung, Eigenschaften und Anwendungen von pulvermetallurgischen Produkten zu erläutern. Sie sind in der Lage die pulvermetallurgischen Prozessschritte zu erklären und anhand dieser die verschiedenen pulvermetallurgischen Produktgruppen (Sinterstahl, Hartmetall, Schwermetall etc.) zu identifizieren und deren Einsatz sowie die Grenzen des Einsatzes zu benennen.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage Prozesse und Produkte im Bereich der Pulvermetallurgie und Sinterwerkstoffe zu bewerten.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage die vermittelten Kenntnisse miteinander und mit dem Vortragenden zu diskutieren.

Inhalt:

- Herstellung, Eigenschaften und Anwendungen von pulvermetallurgischen Werkstoffen und Produkten: Herstellung und Konditionierung von Pulvern.
- Konsolidierungsverfahren und Formgebung durch div. Pressverfahren. Grundlagen des Sinterns mit fester bzw. flüssiger Phase; Sinterpraxis, Sinteraggregate, Atmosphären.
- Spezielle Formgebungsverfahren (Pulverspritzguss, Additive Manufacturing, Strangpressen, Pulverwalzen).

- Nachbearbeitungsverfahren selektiv für Pulvermetallurgie (Kalibrieren, Nachpressen, Infiltration) bzw. für PM angepasst (Härten, Oberflächenhärten, Spanen, Fügen).
- Sinterstahl: Eigenschaften von Reineisen sowie der Einfluss der entsprechenden Legierungselemente.
- Sinteraluminium: Formteile aus Aluminium, sinterbare Aluminiumlegierungen und ihre Eigenschaften.
- Pulvermetallurgische Zerspanungswerkzeuge: Herstellung und Eigenschaften von Hartmetallen, PM-Werkzeugstählen, Schneidkeramik.
- Hochschmelzende Metalle: Die Technologie des Wolframs und des Molybdäns. Oxidationsbeständige Hochtemperaturwerkstoffe – Tantal und Niob.
- W-Basis-Zweiphasenwerkstoffe: Die Technologie des Wolfram-Schwermetalls und der W-Kontaktwerkstoffe.
- Pulvermetallurgische Verbundwerkstoffe: Definition der Verbundwerkstoffe und ausgewählte Beispiele für Cermets, Diamantmetall, SMCs, Faserverbundwerkstoffe.
- Dispersionsverfestigte Werkstoffe: Mechanismus der Dispersionshärtung und Beispiele von dispersionsverfestigten Materialien.
- Werkstoffe mit gesteuerter Porosität: Lagerwerkstoffe, metallische Filter und Metallschäume; Herstellung und Anwendung.
- Metallische Reibbeläge: Sinter-Reibwerkstoffe und Synchronringe.
- Magnetwerkstoffe: Grundlagen zum Magnetismus, gesinterte und kunststoffgebundene Seltenerdmodule.

Erwartete Vorkenntnisse:

Theoretische Kenntnisse aus den Themengebieten Chemische Werkstofftechnologie, Materialwissenschaften und Werkstoffanalytik.

Fähigkeit zur Lösung angewandter Fragestellungen der chemischen Werkstofftechnologie, Materialwissenschaften, Werkstoffcharakterisierung.

Verpflichtende Voraussetzungen: keine

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag und Diskussion der oben genannten Lerninhalte, Illustration durch Beispiele aus der wissenschaftlichen und industriellen Praxis. Mündliche oder schriftliche Überprüfung der Lerninhalte mit Beispielen und Theoriefragen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Pulvermetallurgie und Sinterwerkstoffe

3,0/2,0 VO Pulvermetallurgie und Sinterwerkstoffe II

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Radiochemie (Radiochemistry)

Regelarbeitsaufwand: 6.0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage, Grundkenntnisse im Strahlenschutz für ein sicheres Arbeiten mit radiochemischen Verfahren anzuwenden. Sie können die diversen Messmethoden und deren sichere und konkrete Anwendung beschreiben. Sie können die Nuklidkarte und unterschiedlichen Strahlenarten in Bezug auf deren Anwendung in der Radiochemie, nuklearen Forensik sowie radiopharmazeutischen Chemie diskutieren. Die Studierenden können die chemischen Eigenschaften und mögliche Synthese- bzw. Markierungsverfahren in Bezug auf die Entwicklung von radioaktiv markierten Sonden und Therapeutika erklären. Sie sind in der Lage, die Herstellungs- und Syntheseverfahren mit konkreten Beispielen für radioaktiv markierte Verbindungen in der Radiopharmazie wiederzugeben. Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, sicher mit radioaktiven Stoffen umzugehen und für diesen Umgang eine Risikoabschätzung zu formulieren. Sie können die nuklearen Zusammenhänge in Zusammenhang mit nuklearen Materialien mit militärischen oder zivilen Absichten aus nuklearforensischer Sicht diskutieren. Sie sind in der Lage, für die jeweilige Problemstellung aus den unterschiedlichen besprochenen Messverfahren die geeignetste auszuwählen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage selbständig Aufgabenstellung aus dem Gebiet der radiochemischen Verfahren und deren Einsatzgebiet zu bearbeiten. Die Aufgaben fokussieren sich auf die Bereiche Medizin, Technik und forensische Fragestellungen, bei denen die Unterscheidung zwischen militärischen Absichten und friedlicher Nutzung nuklearer Technologien relevant ist.

Inhalt:

- Grundlagen von Strahlenschutz und sicherem Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen
- Beispielhafte Vorstellung der Eigenschaften gängiger Radioisotope und deren Nutzung
- Behandlung der notwendigen Messverfahren und ihrer jeweiligen Vor- und Nachteile
- Erklärung der wichtigsten Bestrahlungs-, Trenn- und Syntheseverfahren für die Herstellung von Radioisotopen und Tracern
- Verständnis militärischer und ziviler Anwendungen von nuklearen Materialien und forensische Herangehensweise bei der Aufklärung dubioser Fragestellungen im Nuklearbereich
- Kenntnisse über Eigenschaften, Entwicklung und Anwendung von radioaktiv markierten Verbindungen in Technik, Medizin und radiopharmazeutischer Forschung

Erwartete Vorkenntnisse:

Kenntnisse der chemischen und physikalischen Grundlagen für einfache chemische Verfahren sowie des Atombaus

Fähigkeiten zur Berechnung von einfachen Produkt- und Konzentrationsgleichungen

Bereitschaft zur selbstständigen Bearbeitung von beispielhaften Anwendungsfällen durch Problemanalyse, Problemlösungsformulierung und Umsetzung. Interesse an investigativen Fragestellungen

Verpflichtende Voraussetzungen: -**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

Vortrag über die theoretischen Grundlagen und Festigung des theoretischen Wissens mit praktischen Beispielen. Mündliche oder schriftliche Überprüfung des theoretischen Wissens

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3.0/2.0 VO Radiochemie

und

3.0/2.0 VO Nukleare Forensik

oder

3.0/2.0 VO Radiopharmazeutische Chemie

Für die Absolvierung des Moduls ist die VO Radiochemie verpflichtend zu absolvieren, von den beiden anderen Vorlesungen muss mindestens eine absolviert werden.

Röntgenstrukturanalytik (X-ray structure analysis)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Kenntnis der Theorie und Praxis von Röntgenbeugungsmethoden ist in fast allen natur- und materialwissenschaftlichen Bereichen unerlässlich. Dieses Modul vermittelt das grundlegende Wissen dieser Methoden anhand aktueller Beispiele.

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die Theorie und Praxis zu den unten aufgeführten Diffraktionsmethoden anhand von Beispielen zu erläutern, sowie die Anwendung dieser Methode und die Problemlösungen von chemischen/analytischen/physikalischen/materialwissenschaftlichen Fragestellungen in Zusammenhang mit dem strukturellen Aufbau des Materials zu beschreiben.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage selbständig Problemlösungen struktureller Fragestellungen zu erarbeiten, dazu werden sie befähigt

durch praktische Übungen (z.T. durch eigenständige Gerätebedienung) und kritische Interpretationen der Ergebnisse.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage für nötige Abweichungen von Standardverfahren für bestimmte Problemstellungen innovative und kreative Alternativen zu entwickeln.

Inhalt:

- Allgemeiner Theorieteil (Symmetriellehre, Beugungstheorie, Röntgenkristallographie)
- Spezielle Theorieteile zu den einzelnen Diffraktionsmethoden (Einkristalldiffraktion, Pulverdiffraktion)
- Praktisches Arbeiten an den Geräten zu den einzelnen Diffraktionsmethoden (Einkristalldiffraktion, Pulverdiffraktion)
- Strukturbestimmung und -verfeinerung (Einkristalldiffraktion)
- Röntgenographische Phasenbestimmung (qualitativ, quantitativ) (Pulverdiffraktion)
- Profilanalyse (Pulverdiffraktion)
- Rietveld-Analyse (Pulverdiffraktion)
- Interpretation der Messungen und Rechnungen (Einkristalldiffraktion, Pulverdiffraktion)

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlagen der linearen Algebra und Analysis (Vorlesung Mathematik für Chemiker I und II); kristallographische Grundbegriffe (Vorlesung Festkörperchemie)

Fähigkeit zur Problemlösung von Fragestellungen bezüglich des strukturellen Aufbaus von Substanzen und Materialien

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Die Theorieteile werden durch Frontalvorträge vermittelt und durch eigene Beispielrechnungen der Studierenden unterstützt. Der Praxisbezug an modernen Diffraktometern basiert sowohl auf Lehrbeispielen als auch auf eigenen Problemstellungen. Die Einübung des Erlernten wird durch selbstständiges Lösen von praktischen Beispielen gewährleistet. Die Leistungsbeurteilung erfolgt in der Regel durch mündliche Prüfungen mit Rechenbeispielen. Alternativ ist es möglich Seminararbeiten zu aktuellen Forschungsgegenständen zu verfassen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

2,0/1,5 VO Röntgenkristallographie

2,0/1,5 VU Einkristallstrukturanalyse
2,0/1,5 VU Pulverdiffraktometrie I

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Sekundärrohstoffe (Secondary raw materials)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die gesetzlichen Grundlagen im Bereich der Abfallwirtschaft mit Schwerpunkt Recycling, vertiefende Kenntnisse der Ingenieurwissenschaften zum Lösen von Problemstellungen im Bereich Abfallwirtschaft, Konzepte von Urban Mining, Analysen relevanter Stoffströme und Lagerstätten und verfahrenstechnische Lösungen zu Urban Mining unter der Berücksichtigung eines umfassenden Ansatzes zu erläutern.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage Prozesse Lösungen praxisbezogener Aufgabenstellungen mittels Einsatzes der Ingenieurwissenschaften im Bereich der Abfallwirtschaft und Urban Mining zu bewerten.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: -

Inhalt:

- Information über neue Verfahren aus dem Bereich der anorganischen Technologie und Verfahrenstechnik mit dem Schwerpunkt der Rohstoffrückgewinnung als Sekundärrohstoffe v.a. von Wertmetallen und Wertstoffen (Edelmetalle, Refraktärmetalle, Baustoffe, Altkraftfahrzeuge, Altreifen, E-Schrott, WEEE, seltene Erden, Altbekleidung, Verbunde, Glas, Papier...), sowie der Problematik der Reststoffentsorgung, Bewertung der Möglichkeit einer Wiederverwertung, Stoffkreislaufmanagement.
- gesetzliche Rahmenbedingungen in Österreich und EU, Deponierungsverbot, etc. Vergleich von (EU) Ländern hinsichtlich Abfallbehandlung (Recycling, Verbrennung, Deponierung); unterschiedliche Auslegung der EU Richtlinie innerhalb der EU; Grauzonen bei der Klassifizierung von Verfahren, Wirtschaftliche Aspekte
- Diskussion von Stoffströmen und Stoff-Konzentraten, wo ein Recycling wirtschaftlich sinnvoll sein kann. Neben der stofflichen Betrachtung wird eine energetische Betrachtung berücksichtigt und verfahrenstechnische Lösungen besprochen, Konzept des Urban Mining sowie umfassende Ansätze diskutiert, Analyse relevanter Stoffströme und Potentiale, Analyse relevanter Lagerstätten und Potentiale, Verfahren der mechanischen, chemischen und thermischen Verfahrenstechnik für Urban Mining, Umwelttechnik und Recycling

Erwartete Vorkenntnisse:

Kenntnisse der Chemie und Technologie von Werkstoffen, Beherrschen der Grundlagen der Verfahrenstechnik und verfahrenstechnischer Prozesse

Fähigkeit zur Lösung angewandter Fragestellungen der Verfahrenstechnik und Anorganischen Technologie

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag über die oben genannten Stoffkapitel, Illustration durch Beispiele aus der industriellen Praxis. Mündliche oder schriftliche Prüfung mit Beispielen und Theoriefragen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Recycling

3,0/2,0 VO Urban Mining

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Simulation verfahrenstechnischer Prozesse (Simulation of chemical engineering processes)

Regelarbeitsaufwand: 5,0 ECTS

Lernergebnisse: Das Beherrschen von Werkzeugen und Techniken der Prozess Simulation ist in fast allen chemischen Produktionsbereichen unerlässlich.

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die Grundlagen der Prozess-Simulation, ihre Anwendungsmöglichkeiten und Grenzen, die Vorteile und Nachteile einzelner Programme und Programmpakete, sowie die Methodik der Problemanalyse und der Problemlösung mit Hilfe der Prozess-Simulation zu erläutern.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, anhand aus praktischen Übungen gewonnener anwendungsorientierter Erfahrung, Prozesse und Aufgaben aus der Chemischen Technik unter Zuhilfenahme simulationstechnischer Methoden eigenständig zu bearbeiten.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage komplexe Problemlösungsansätze im Team zu erarbeiten.

Inhalt:

- Methoden zur Erstellung von mathematischen Modellen
- Thermodynamische Grundlagen für die Prozess-Simulation
- Behandlung verschiedener Software-Tools
- Erarbeitung von Lösungsansätzen für technische Aufgabenstellungen

- Diskussion einiger technisch relevanter Anwendungsfälle

Erwartete Vorkenntnisse:

Kenntnisse der physikalischen und thermodynamischen Grundlagen zur Anwendung in Mehrkomponenten- und Mehrphasensystemen; Grundlagen der Thermischen und Chemischen Verfahrenstechnik

Fähigkeiten zur Bearbeitung von Aufgabenstellungen mittels Computer und praktische Grundkenntnisse bezüglich des Einsatzes verschiedener Computersoftware zur Prozess-Simulation

Selbstständige und teamorientierte Bearbeitung von technischen Aufgabenstellungen durch Problemanalyse, Problemlösungsformulierung und Umsetzung

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag über theoretische Grundlagen und anwendungsorientierte Prozess-Simulationsprogramme, sowie Behandlung anwendungsorientierter Aufgabenstellungen. Schriftliche Prüfung mit Theoriefragen. Praktische Übung an einem Softwarepaket für die Prozess-Simulation. Schriftlicher Bericht.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Prozess Simulation

2,0/2,0 UE Prozess Simulation

Beide Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Stoffliche Biomassenutzung (Material biomass utilization)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage die Methodik der Wahl der geeigneten Aufschluss- und Umwandlungsmethode, die die weitere Verfahrenskette definiert zu beschreiben, sowie die chemischen, biologischen und trenntechnischen Verfahren, Schritte der Abtrennung, Reinigung und Konzentrierung der gewünschten Produkte, als auch die weiteren Umsetzungsschritte zur Produktgewinnung aus den Feststoff- und Flüssigströmen anhand konkreter Beispiele zu erläutern.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage die erforderlichen Bilanzierungs- und Berechnungsmethoden zur Ermittlung der relevanten Prozessgrößen für ausgewählte potenzielle Produkte bis hin zur Grobdimensionierung

der Verfahren durchzuführen, dies wird anhand praktischer Rechenbeispiele vermittelt. Die Studierenden können aufgrund der Kenntnis der Einsatzmöglichkeiten verschiedener Verfahrensschritte grundlegende anwendungsorientierte Aufgabenstellungen selbstständig bearbeiten.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: —

Inhalt:

- Definition der Rahmenbedingungen zur stofflichen Nutzung von Biomasse
- Behandlung einzelner ausgewählter Verfahrensschritte zur gezielten Anwendung zur Produktgewinnung
- Erarbeitung von Berechnungsmethoden für ausgewählte Verfahrensschritte
- Bilanzierung und Berechnung einiger technisch relevanter Anwendungsfälle

Erwartete Vorkenntnisse:

Kenntnisse der chemischen, physikalischen und thermodynamischen Grundlagen zur Anwendung bei der Auswahl und Auslegung von Verfahrensschritten zur Gewinnung potenzieller Produkte aus Biomasse

Fähigkeiten zur Erstellung von Massen- und Energiebilanzen für bekannte Bilanzgrenzen
Bereitschaft zur selbstständigen Bearbeitung von konkreten Anwendungsfällen durch Problemanalyse, Problemlösungsformulierung und Umsetzung

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag über die theoretischen Grundlagen der verschiedenen Trennverfahren und Festigung des theoretischen Wissens mit praktischen Rechenbeispielen. Schriftliche Prüfung mit Rechenbeispielen und eine mündlich Überprüfung des theoretischen Wissens.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Stoffliche Biomassenutzung

3,0/2,0 VO Membrantechnik

Alle Lehrveranstaltungen müssen absolviert werden

Technologie der Sonderwerkstoffe (Technology of specialty materials)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage, die für die Herstellung und Anwendung anorganischer Sonder-

werkstoffe relevanten technologischen Prozesse und die zugrunde liegenden chemisch-physikalischen Grundlagen zu beschreiben, sowie werkstoffspezifische Prozessketten, Formgebungsverfahren, Charakterisierungsmethoden und werkstoffliche Einsatzszenarien aus den Werkstoffgruppen der Hochleistungskeramiken, der Schleifmittel, der Hartmetalle sowie der Superhartstoffe zu erläutern.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage anhand der vermittelten Grundlagen die Prozessketten aus den Bereichen der keramischen Werkstoffe, sowie der Werkstoffgruppen der Hart- und Superhartwerkstoffe zu bewerten und daraus folgend Voraussagen über die Steuerung der resultierenden Werkstoffeigenschaften zu treffen.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, die vermittelten Kenntnisse miteinander und mit dem Vortragenden zu diskutieren.

Inhalt:

- Geschichtlicher und technologischer Hintergrund der Herstellung und Anwendung keramischer und keramikähnlicher Werkstoffe
- Detaillierte Betrachtung der keramischen Prozesskette und Berücksichtigung der chemisch-physikalischen Grundlagen der Einzelschritte (Pulversynthese; Aufbereitung fester, flüssiger und plastischer Massen; Formgebung; Grün- und Weißbearbeitung; Sinterung; Nachbearbeitung)
- Detaillierte Betrachtung der keramikspezifischen Formgebungsverfahren (Gießen, Pressen, Extrusion, Spritzguss) sowie der additiven Fertigung keramischer Werkstoffe
- Sintertheorie und spezielle Sinterverfahren
- Nichtkonventionelle Fertigungs- und Prozessierungsverfahren (Erzeugung keramischer Schichten, Porosifizierung von Keramiken, polymerabgeleitete Keramiken, Herstellung keramischer Fasern)
- Keramikgerechtes Konstruieren und Fügen
- Mechanisches Verhalten von spröden Werkstoffen, inkl. Grundlagen der linear-elastischen Bruchmechanik
- Überblick über mechanische Charakterisierungsmethoden mit besonderem Fokus auf Härte und Festigkeit
- Herstellung und wirtschaftliche Bedeutung von Schleifmitteln (z.B. Korund, Siliziumkarbid, Diamant, kubisches Bornitrid) und Grundlagen der spanabhebenden Werkstoffbearbeitung
- Grundlagen und Synthesevarianten nichtmetallischer (ionischer bzw. kovalenter) und metallisch-kovalenter Hartstoffe
- Technologie des Hartmetalls inkl. Herstellung der Ausgangsmaterialien (Erzaufbereitung, Reduktion, Carburierung), Formgebung, Sinterung, sowie Steuerungsansätze der resultierenden Werkstoffeigenschaften
- Herstellung von Hartstoffschichten (CVD, PVD, thermisches Spritzen)
- Diskussion der Struktur-/Eigenschaftsbeziehungen der genannten Werkstoffgruppen und Verknüpfung mit den jeweiligen Prozessketten bzw. Herstellmethoden.

Erwartete Vorkenntnisse:

Theoretische Kenntnisse auf den Themengebieten Chemische Werkstofftechnologie, Materialwissenschaften und Werkstoffanalytik

Fähigkeit zur Lösung angewandter Fragestellungen der chemischen Werkstofftechnologie, Materialwissenschaften, Werkstoffcharakterisierung

Verpflichtende Voraussetzungen: keine**Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:**

Vortrag und Diskussion der oben genannten Lerninhalte, Illustration durch Beispiele aus der wissenschaftlichen und industriellen Praxis. Mündliche oder schriftliche Überprüfung der Lerninhalte mit Beispielen und Theoriefragen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Technologie keramischer Werkstoffe

3,0/2,0 VO Technologie der Hart- und Superhartstoffe

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Umweltanalytik (Environmental analysis)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:*Fachkompetenzen:*

Fachliche und methodische Kompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage, die in Forschung und Routine verwendeten Analysenmethoden im Bereich der Umweltanalytik (Wasser, Boden, Luft) aufzuzählen und zu erklären, wobei sie auf den im Bachelorstudium vermittelten Analysenmethoden aufbauen. Sie können die speziellen Fragestellungen der Umweltanalytik, speziell im Hinblick auf Probenvorbereitung und Probenaufarbeitung erläutern und diese mit den notwendigen Messkonzepten (Probenahme, Probenaufbereitung, Analyse und Auswertung) und Strategien verbinden.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Auf Basis der erworbenen fachlichen und methodischen Kompetenzen können die Studierenden chemisch-analytische Methoden selbständig bewerten und Messkonzepte für die Umweltanalytik entwickeln.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: Die Studierenden sind in der Lage kreative und innovative Anwendung des erlangten Fachwissens in der Praxis zu nutzen und stärken damit ihre Innovationsfähigkeit.

Inhalt: Einleitende Überlegungen zu Konzepten der Umweltanalytik; Probenvorbereitung für Analyten in flüssigen und festen Proben (Matrices); Präsentation und Diskussion

verschiedener auf die jeweilige Fragestellung abgestimmte Ansätze für die Analytik, abhängig vom Zweck der Analyse, dem Messbereich und der Komplexität der Probe, allfälliger wirtschaftlicher oder organisatorischer Randbedingungen etc.

Grundlagen der Probenahme und Analyse gasförmiger Proben im Hinblick auf Immissions- und Emissionsmessungen; Messsysteme für nicht konventionelle Luftschadstoffe unter Berücksichtigung von stationären und mobilen Verfahren, sowie kontinuierlicher und diskontinuierlicher Methoden; Einführung in die Modellierung (Ausbreitungsrechnung sowie Rezeptormodelle)

Erwartete Vorkenntnisse:

Methoden der Analytischen Chemie, soweit im Rahmen des Bachelorstudium Technische Chemie vorgetragen

analytisches Denken; Erfassen komplexer und fachübergreifender Zusammenhänge

Bereitschaft zum eigenständigen Arbeiten bei der Entwicklung von Messkonzepten im Bereich der Umweltanalytik

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:

Vortrag unter Einbeziehung der Studierenden durch moderne Unterrichtsmethoden; Einüben des Gelernten durch selbstständiges Lösen von Übungsaufgaben (Rechenbeispielen oder Erstellung von Konzepten zur Probenahme und dem Einsatz von Analystechniken) während der Vorlesung möglich. Mündliche Prüfung, ev. mit Rechenbeispielen.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Emissions- und Immissionsanalytik

3,0/2,0 VO Strategien und Konzepte in der Umweltanalytik

Beide Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Zukunftsfähige Energietechnik (Sustainable Energy Technology)

Regelarbeitsaufwand: 6,0 ECTS

Lernergebnisse:

Fachkompetenzen:

Fachliche und methodische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Moduls sind Studierende in der Lage das Themengebiet der Brennstoff- und Energietechniken, sowie deren Nachhaltigkeit unter besonderer Berücksichtigung von alternativen Energieformen, als auch den Bereich der elektrochemischen Energieumwandlung und Energiespeicherung im Zusammenhang mit elektrochemischen Eigenschaften und elektrochemisch-kinetischen Grundlagen zu erläutern.

Kognitive und praktische Kompetenzen: Nach positiver Absolvierung des Modules sind Studierende in der Lage die Vor- und Nachteile verschiedener Energietechnologien zu bewerten und energietechnische und elektrochemische Grundlagen bei der Optimierung von Energieumwandlungssystemen anzuwenden.

Überfachliche Kompetenzen:

Sozial- und Selbstkompetenzen: —

Inhalt:

- Energiesituation in Österreich, EU, weltweit und Energieflussdiagramme, Darstellung der Brennstoffe von der Gewinnung bis Nutzung (fossil und nachwachsend)
- Thermische Umwandlung der Brennstoffe mit Betonung der Stromerzeugung
- Alternative Energieträger und Energieformen Wasserkraft, Windenergie, Direkte Solarnutzung, Geothermie, Gezeitenkraftwerke, Nutzung der Wellen und Meeresströme, zukunftsfähige Energiesysteme
- Bewertung von Energiesystemen
- Grundprinzipien elektrochemischer Kinetik
- Elektrochemische Energieumwandlungs- und -speicherungssysteme (Batterien, Brennstoffzellen, Elektrolysezellen, Superkondensatoren)
- Eigenschaften dieser Systeme und Erklärung dieser Eigenschaften aus den Grundprinzipien elektrochemischer Thermodynamik und Kinetik

Erwartete Vorkenntnisse:

Grundlagen der Verfahrenstechnik, Physik und Elektrochemie

Grundlegende Fähigkeit zu interdisziplinärer Denkweise

Verpflichtende Voraussetzungen: —

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung: Vortrag mit Präsentation von Beispielen, Diskussion mit den Studierenden. Leistungskontrolle durch schriftliche oder mündliche Prüfung.

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls:

3,0/2,0 VO Elektrochemische Energieumwandlung und Energiespeicherung

3,0/2,0 VO Brennstoff- und Energietechnologie

Alle Lehrveranstaltungen sind verpflichtend zu absolvieren.

Freie Wahlfächer und Transferable Skills

Regelarbeitsaufwand: 10,0 ECTS

Lernergebnisse: Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls dienen der Vertiefung des Faches sowie der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen.

Inhalt: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Erwartete Vorkenntnisse: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Verpflichtende Voraussetzungen: Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen.

Angewendete Lehr- und Lernformen und geeignete Leistungsbeurteilung:
Abhängig von den gewählten Lehrveranstaltungen

Die angewendeten Lehr- und Lernformen sind im Informationssystem zu Studien und Lehre bei jeder Lehrveranstaltung vor Beginn des Semesters anzugeben; ebenso die Prüfungsmodalitäten.

Lehrveranstaltungen des Moduls: Die Lehrveranstaltungen dieses Moduls können frei aus dem Angebot an wissenschaftlichen und künstlerischen Lehrveranstaltungen, die der Vertiefung des Faches oder der Aneignung außerfachlicher Kenntnisse, Fähigkeiten und Kompetenzen dienen, aller anerkannten in- und ausländischen postsekundären Bildungseinrichtungen ausgewählt werden, mit der Einschränkung, dass zumindest 5,0 ECTS aus den Themenbereichen der Transferable Skills zu wählen sind. Für die Themenbereiche der Transferable Skills werden insbesondere Lehrveranstaltungen aus dem zentralen Wahlfachkatalog der TU Wien für „Transferable Skills“ empfohlen.

B Übergangsbestimmungen

1. Sofern nicht anders angegeben, wird im Folgenden unter Studium das *Masterstudium Technische Chemie (Studienkennzahl UE 066 490)* verstanden. Der Begriff neuer Studienplan bezeichnet diesen ab 1.10.2025 für dieses Studium an der Technischen Universität Wien gültigen Studienplan und alter Studienplan den bis dahin gültigen. Entsprechend sind unter neuen bzw. alten Lehrveranstaltungen solche des neuen bzw. alten Studienplans zu verstehen (alt inkludiert auch frühere Studienpläne). Mit studienrechtlichem Organ ist das für das Masterstudium Technische Chemie zuständige studienrechtliche Organ an der Technischen Universität Wien gemeint.
2. Die Übergangsbestimmungen gelten für Studierende, die den Studienabschluss gemäß neuem Studienplan an der Technischen Universität Wien einreichen und die vor dem 1.7.2025 zum Masterstudium Technische Chemie an der Technischen Universität Wien zugelassen waren. Das Ausmaß der Nutzung der Übergangsbestimmungen ist diesen Studierenden freigestellt.
3. Auf Antrag der_des Studierenden kann das studienrechtliche Organ die Übergangsbestimmungen individuell modifizieren oder auf nicht von Absatz 2 erfasste Studierende ausdehnen.
4. Zeugnisse über Lehrveranstaltungen, die inhaltlich äquivalent sind, können nicht gleichzeitig für den Studienabschluss eingereicht werden. Im Zweifelsfall entscheidet das studienrechtliche Organ über die Äquivalenz.
5. Zeugnisse über alte Lehrveranstaltungen können, sofern im Folgenden nicht anders bestimmt, jedenfalls für den Studienabschluss verwendet werden, wenn die Lehrveranstaltung von der_dem Studierenden mit Stoffsemester Sommersemester 2025 oder früher absolviert wurde.
 - a) Bisher geltende Übergangsbestimmungen bleiben bis auf Widerruf weiterhin in Kraft.
 - b) In Ergänzung dazu gelten die folgenden Bestimmungen:
 - i. Studierende, die im *Masterstudium Technische Chemie* vor dem 01.10.2022 erstmals zugelassen waren, müssen lediglich mindestens 4,5 ECTS an „Transferable Skills“ absolvieren.
 - ii. Im Folgenden wird jede Lehrveranstaltung (*alt* oder *neu*) durch ihren Umfang in ECTS-Punkten (erste Zahl) und Semesterstunden (zweite Zahl), ihren Typ und ihren Titel beschrieben. Es zählt der ECTS-Umfang der tatsächlich absolvierten Lehrveranstaltung.
 - A. Die alte Lehrveranstaltung 3,0/2,0 VU Simulation von Festkörpern wird als äquivalent zur neuen Lehrveranstaltung 3,0/2,0 VU Simulation von kondensierter Materie anerkannt.

- B. Das Modul Radiochemie (6 ECTS) wird als äquivalent zum neuen Modul Radiochemie (6 ECTS) anerkannt.
- C. Die VO Radiochemie 1 (3,0/2,0) wird als äquivalent zu der neuen VO Radiochemie (3,0/2,0) anerkannt.
- D. Die VO Radiochemie 2 Radiopharmazeutische Chemie (3,0/2,0) wird als äquivalent zu der neuen VO Radiopharmazeutische Chemie (3,0/2,0) anerkannt.
- E. Die VO Organische Molekularchemie (4,5/3,0) wird als äquivalent zu den neuen Lehrveranstaltungen VO Organische Chemie 3 (3,0/2,0) und VO Physikalische Organische Chemie (1,5/1) anerkannt.
- F. Das Modul Fortgeschrittene Organische Chemie (9 ECTS) wird als äquivalent zum neuen Modul Fortgeschrittene Organische Chemie (9 ECTS) anerkannt.
- G. Die VO Strategien in der organischen Synthese (3,0/2,0) wird als äquivalent zu der neuen VO Katalyse in der Organischen Synthese (3,0/2,0) anerkannt.
- H. Die VO Methoden in der organischen Synthese (3,0/2,0) wird als äquivalent zu der neuen VO Organische Chemie 4 (3,0/2,0) anerkannt.
- I. Das Modul Biologische Chemie (6 ECTS) wird als äquivalent zum neuen Modul Chemische Biologie (6 ECTS) anerkannt.
- J. Die VO Bioorganische Chemie (3,0/2,0) wird als äquivalent zu der neuen VO Chemical Biology I (3,0/2,0) anerkannt.
- K. Die VO Biological Chemistry I - Molecular Diversity and Catalysis (3,0/2,0) wird als äquivalent zu der neuen VO Chemical Biology I (3,0/2,0) anerkannt.
- L. Die VO Chemische Biologie (3,0/2,0) wird als äquivalent zu der neuen VO Chemical Biology II (3,0/2,0) anerkannt.
- M. Die VO Biological Chemistry II - Concepts in Chemical Biology (3,0/2,0) wird als äquivalent zu der neuen VO Chemical Biology II (3,0/2,0) anerkannt.
- N. Das Modul Wirkstoffchemie (6 ECTS) wird als äquivalent zum neuen Modul Medizinische Chemie (6 ECTS) anerkannt.
- O. Die VO Medizinische Chemie (3,0/2,0) wird als äquivalent zu der neuen VO Medicinal Chemistry I (3,0/2,0) anerkannt.
- P. Die VO Totalsynthese von Naturstoffen (3,0/2,0) wird als äquivalent zu der neuen VO Medicinal Chemistry II (3,0/2,0) anerkannt.
- Q. Das Modul Technologie der Sonderwerkstoffe (6 ECTS) wird als äquivalent zum neuen Modul Technologie der Sonderwerkstoffe (6 ECTS) anerkannt.

- R. Die VO Pulvermetallurgie und Sinterwerkstoffe (3,0/2,0) wird als äquivalent zu der neuen VO Technologie der Hart-, und Superhartstoffe (3,0/2,0) anerkannt.
- S. Die VO Technologie nanostrukturierter Materialien (3,0/2,0) wird als äquivalent zu der neuen VO Technologie keramischer Werkstoffe (3,0/2,0) anerkannt.
- T. Das Modul Thermochemie (6 ECTS) wird als äquivalent zum neuen Modul Methoden für Design und Analyse von Werkstoffen (6 ECTS) anerkannt.
- U. Die VU Thermische Analyse (3,0/2,0) wird als äquivalent zur neuen VO Thermische Analyse (3,0/2,0) anerkannt.
- V. Die VO Beschichtungsverfahren (3,0/2,0) wird als äquivalent zur neuen VO CALPHAD-Methoden in der Werkstoffwissenschaft und im Ingenieurwesen (3,0/2,0) anerkannt.
- W. Das Modul Physikalische und Theoretische Chemie (9 ECTS) wird als äquivalent zum neuen Modul Theoretische und Computerchemie (9 ECTS) anerkannt.
- X. Die VO Physikalisch-chemische Methoden der Materialcharakterisierung (3,0/2,0) wird als äquivalent zu der neuen VO Atomistische Simulationen von Materialien (3,0/2,0) anerkannt.
- Y. Die VO Analytische Elektronenmikroskopie (3,0/2,0) wird als äquivalent zu der neuen VO Techniken der Analytischen Elektronenmikroskopie (3,0/2,0) anerkannt.

C Zusammenfassung aller verpflichtenden Voraussetzungen

Alle Voraussetzungen sind im Anhang bei der Beschreibung der einzelnen Module angeführt und im Folgenden betreffend Lehrveranstaltungen aus dem Masterstudium selbst nochmals zusammengefasst:

1. VO Instrumentelle Bioanalytik im Modul Analytische Biochemie und Bioinformatik (Analytical biochemistry and bioinformatics):
4,0/2,5 VO Biochemie II
2. LU Bioprocess Technology and Bioanalytics im Modul Bioprozesstechnik und Bioanalytik (Bioprocess technology and bioanalytics) :
3,5/2,5 VO Analytische Chemie II
3,5/2,5 VO Analytische Chemie III
4,0/4,0 LU Instrumentelles und Bioanalytisches Labor
3,0/2,0 VO Bioverfahrenstechnik
3. Modul Fortgeschrittene Organische Chemie (Advanced Organic Chemistry):
3,0/2,0 VO Organische Chemie 3
1,5/1,0 VO Physikalische Organische Chemie
4. Modul Fortgeschrittene Spektroskopie (Advanced Spectroscopy):
3,0/2,0 VO Molekularchemische Analytik
5. Modul Fortgeschrittenes Synthesepraktikum (Advanced laboratory course in synthetic chemistry): Aus dem Bachelorstudium Technische Chemie UE 033 290 oder äquivalente Lehrveranstaltungen
15,0/15,0 LU Synthesepraktikum
5,0/5,0 LU Chemische Technologie organischer Stoffe

D Semestereinteilung der Lehrveranstaltungen

1. Semester (WS) 30 ECTS

Basisblock	6,0 ECTS
Lehrveranstaltungen aus dem gewählten Spezialisierungsblock	15,0–18,0 ECTS
Lehrveranstaltungen der gebundenen Wahl	3,0 – 6,0 ECTS
Freie Wahlfächer und Transferable Skills	3,0 ECTS

2. Semester (SS) 30 ECTS

Lehrveranstaltungen aus dem gewählten Spezialisierungsblock	15,0–18,0 ECTS
Lehrveranstaltungen der gebundenen Wahl	9,0 – 12,0 ECTS
Freie Wahlfächer und Transferable Skills	3,0 ECTS

3. Semester (WS) 30 ECTS

Lehrveranstaltungen aus dem gewählten Spezialisierungsblock	5,0–11,0 ECTS
Lehrveranstaltungen der gebundenen Wahl	15,0–21,0 ECTS
Freie Wahlfächer und Transferable Skills	4,0 ECTS

4. Semester (SS) 30 ECTS

Seminar für Diplomand_innen	1,5 ECTS
Kommissionelle Abschlussprüfung	1,5 ECTS
Diplomarbeit	27,0 ECTS

E Semesterempfehlung für schiefeinsteigende Studierende

1. Semester (SS)	30 ECTS
Lehrveranstaltungen aus dem gewählten Spezialisierungsblock	18,0–21,0 ECTS
Lehrveranstaltungen der gebundenen Wahl	6,0 – 9,0 ECTS
Freie Wahlfächer und Transferable Skills	3,0 ECTS
2. Semester (WS)	30 ECTS
Basisblock	6,0 ECTS
Lehrveranstaltungen aus dem gewählten Spezialisierungsblock	12,0–15,0 ECTS
Lehrveranstaltungen der gebundenen Wahl	6,0 – 9,0 ECTS
Freie Wahlfächer und Transferable Skills	3,0 ECTS
3. Semester (SS)	30 ECTS
Lehrveranstaltungen aus dem gewählten Spezialisierungsblock	5,0–11,0 ECTS
Lehrveranstaltungen der gebundenen Wahl	15,0 – 21,0 ECTS
Freie Wahlfächer und Transferable Skills	4,0 ECTS
4. Semester (WS)	30 ECTS
Seminar für Diplomand_innen	1,5 ECTS
Kommissionelle Abschlussprüfung	1,5 ECTS
Diplomarbeit	27,0 ECTS

F Prüfungsfächer mit den zugeordneten Pflichtmodulen und Lehrveranstaltungen

Prüfungsfach „Pflichtfächer“ (43,0 ECTS)

Modul „Basisblock (Basic block)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Theoretische Chemie

3,0/2,0 VO Industrielle Chemie

Modul „Physikalisch-Chemische Grundlagen (Fundamentals in physical chemistry)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Katalyse und Kinetik

3,0/2,0 VO Elektrochemische Energieumwandlung und Energiespeicherung

Modul „Eigenschaften von Oberflächen und Festkörpern (Properties of surfaces and solids)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Chemie und Physik der Oberflächen und Grenzflächen

3,0/2,0 VO Physikalische und theoretische Festkörperchemie

Modul „Spektroskopie und analytische Trennverfahren (Spectroscopy and analytical separation methods)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Schwingungsspektroskopie

3,0/2,0 VO Analytische Trenn- und Kopplungstechniken

Modul „Werkstoffanalytik (Materials analysis)“ (9,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Oberflächen- und Grenzflächenanalytik

3,0/2,0 VO Kristallographie und Strukturaufklärung

3,0/2,0 VO Analytik fester Stoffe

Modul „Laborübungen zur Physikalischen und Analytischen Chemie (Laboratory courses in physical and analytical chemistry)“ (10,0 ECTS)

5,0/5,0 LU Laborübung Physikalische Chemie und Analytik von Oberflächen und Nanomaterialien

5,0/5,0 LU Analytische Methoden und Trennverfahren

Modul „Molekulare Grundlagen (Molecular basics) “ (9,0 ECTS)

4,5/3,0 VO Anorganische Molekularchemie

3,0/2,0 VO Organische Chemie 3

1,5/1,0 VO Physikalische Organische Chemie

Modul „Synthese von Materialien (Synthesis of materials)“ (6,0 ECTS)

3,0/3,0 VO Synthese anorganischer Materialien

3,0/3,0 VO Synthese organischer Materialien

Modul „Analytische Strategien (Analytical strategies)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Molekularchemische Analytik

3,0/2,0 VO Materialchemische Analytik

Modul „Technologische Aspekte der Synthese (Technological aspects of synthesis)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Industrielle Synthese

3,0/2,0 VO Kinetik und Katalyse

Modul „Fortgeschrittenes Synthesepraktikum (Advanced laboratory course in synthetic chemistry)“ (10,0 ECTS)

10,0/10,0 LU Fortgeschrittenes Synthesepraktikum

Modul „Grundlagen der Biochemie und Gentechnik (Basics of biochemistry and genetic engineering)“ (9,0 ECTS)

2,0/1,5 VO Molekularbiologie

4,0/2,5 VO Biochemie II

3,0/2,0 VO Methoden der Molekularbiologie und Gentechnik

Modul „Grundlagen der Biologie und Mikrobiologie (Basics in biology and microbiology)“ (4,5 ECTS)

1,5/1,0 VO Einführung in die Grundlagen der Biologie für Biotechnologen

3,0/2,0 VO Mikrobiologie

Modul „Biotechnologie und Bioverfahrenstechnik (Biotechnology and bioprocess engineering)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Biotechnologie

3,0/2,0 VO Bioverfahrenstechnik

Modul „Analytische Biochemie und Bioinformatik (Analytical biochemistry and bioinformatics)“ (7,5 ECTS)

4,5/3,0 VO Instrumentelle Bioanalytik

3,0/2,0 VO Angewandte Bioinformatik

Modul „Laborübungen zur Biochemie, Biotechnologie und Biologie (Laboratory courses in biochemistry, biotechnology and biology)“ (10,0 ECTS)

8,0/8,0 LU Biochemie, Molekularbiologie und Biotechnologie

2,0/2,0 LU Bioverfahrenstechnik

Modul „Werkstofftechnische Grundlagen (Fundamentals of materials technology)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Physikalische Chemie der Werkstoffe

3,0/2,0 VO Werkstoffwissenschaft

Modul „Werkstofftechnologie (Materials technology)“ (9,0 ECTS)

4,5/3,0 VO Metallurgie und Werkstoffverarbeitung

4,5/3,0 VO Hochleistungskeramik

Modul „Polymere und Verbunde (Polymers and composites)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Polymerwerkstoffe

3,0/2,0 VO Verbundwerkstoffe und Verbunde

Modul „Werkstoffcharakterisierung (Material characterization)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Oberflächen- und Grenzflächenanalytik

3,0/2,0 VO Kristallographie und Strukturaufklärung

Modul „Praxis Hochleistungswerkstoffe

(Laboratory Courses High-Performance Materials)“ (10,0 ECTS)

5,0/5,0 LU Metalle und Werkstoffverarbeitung

5,0/5,0 LU Keramik und Elektrochemie

Modul „Nachhaltige Technologien (Sustainable technologies)“ (9,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Entwicklung und Bewertung nachhaltiger Prozesse

3,0/2,0 VO Green Chemistry for Fine Chemicals

3,0/2,0 VO Chemische Technologie nachwachsender Rohstoffe

Modul „Umwelttechnik (Environmental engineering)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Abgasbehandlung

3,0/2,0 VO Abwasserreinigung

Modul „Umwelt- und Prozessanalytik (Environmental and process analytics)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Umweltchemie und -analytik

3,0/2,0 VO Prozessanalytik

Modul „Zukunftsfähige Energietechnik (Sustainable Energy Technology)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Elektrochemische Energieumwandlung und Energiespeicherung

3,0/2,0 VO Brennstoff- und Energietechnologie

Modul „Laborübung zu Nachhaltige Technologien und Umwelttechnik (Laboratory courses on sustainability and environmental engineering)“ (10,0 ECTS)

3,0/3,0 LU Umwelt- und Prozessanalytik

4,0/4,0 LU Methoden zur Trennung, Reinigung und Konzentrierung von chemischen Stoffen (Trenntechnik)

3,0/3,0 LU Brennstoff und Energietechnologie

Prüfungsfach „Gebundene Wahlfächer und Wahlübungen“

Modul „Basistechniken und -methoden (Basic techniques and methods)“ (9,0 ECTS)

4,0/3,0 VU Statistik und Chemometrie
3,0/2,0 VO Messtechnik, Instrumentierung und Phys. Sensoren
2,0/1,5 VO Qualitätssicherung und GLP/GMP

Modul „Bioanalytik (Bioanalytics)“ (6,0 ECTS)

2,0/1,5 VO Proteomics
2,0/1,5 VO Metabolomics
2,0/1,5 VO Spatial Omics

Modul „Biomicrofluidics: Lab-on-a-Chip Technologien in den Biowissenschaften (Biomicrofluidics: Lab-on-a-Chip technologies in the life sciences)“ (6,0 ECTS)

2,0/1,5 VO Lab-on-a-chip Technologien
2,0/1,5 VO Live-cell microarray and Organ-on-a-chip Technologien
2,0/2,0 UE Rapid prototyping and polymeric microfabrication - from a digital design to a functional microdevice

Modul „Biomoleküle (Biomolecules)“ (6,0 ECTS)

4,5/3,0 VO Synthesis of Biomolecules
1,5/1,0 SE Synthesis of Complex Natural Products

Modul „Bioprozesstechnik und Bioanalytik (Bioprocess technology and bioanalytics)“ (9,0 ECTS)

5,0/5,0 LU Bioprocess Technology and Bioanalytics
1,0/1,0 UE Rechenübungen Bioverfahrenstechnik
3,0/2,0 VU Biostatistik

Modul „Bioressourcen (Bioresources)“ (9,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Primäre Naturstoffe aus Pflanzen
3,0/2,0 VO Ökologie und Biochemie der Pflanzen
3,0/2,0 VO Lebensmittelchemie und -technologie

Modul „Biotechnologie (Biotechnology)“ (6,0 ECTS)

2,0/1,5 VO Synthetische Biologie
2,0/1,5 VO Weiße Biotechnologie und Biorefineries
2,0/1,5 VO Biologie und Genetik industrieller Mikroorganismen

Modul „Bioverfahrenstechnik (Bioprocess engineering)“ (7,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Biosensoren und Bioprozessanalytik
1,5/1,0 VO Modeling and Methods in Bioprocess Development
2,5/1,5 VO Biopharmazeutische Prozesstechnologie

Modul „Chemikalien- und Umweltrecht (Chemical and environmental law)“ (7,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Europäisches Chemikalienrecht
3,0/2,0 VO Rechtsfragen des Umweltschutzes
1,0/1,0 VO Toxikologie

Modul „Chemische Biologie (Chemical biology)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Chemical Biology I
3,0/2,0 VO Chemical Biology II

Modul „Chemische Reaktortechnik (Chemical reactor technology)“ (7,5 ECTS)

1,5/1,0 VO Chemische Verfahrenstechnik I b
3,0/2,0 VO Chemische Verfahrenstechnik II
3,0/2,0 VO Wirbelschichttechnik

Modul „Elektrochemie (Electrochemistry)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Elektrochemische Mess- und Untersuchungsmethoden
3,0/2,0 VO Elektrochemische Prozesse und Technologien

Modul „Elektronenmikroskopie von Festkörpern (Electron microscopy of solids)“ (8,0 ECTS)

5,0/4,0 PR Elektronenmikroskopie
3,0/2,0 VO Grundlagen der Elektronenmikroskopie
3,0/2,0 VO Techniken der Analytischen Elektronenmikroskopie

Modul „Energetische Biomassenutzung (Energetic Biomass Utilization)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Thermische Biomassenutzung
3,0/2,0 VO Raffinerietechnik und Wirbelschichtsysteme

Modul „Festkörperionik (Solid state ionics)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Grundlagen der Festkörperelektrochemie und Festkörperkinetik
3,0/2,0 VO Anwendungen elektrochemischer Materialien

Modul „Fortgeschrittene Anorganische Chemie (Advanced Inorganic Chemistry)“ (9,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Metallorganische Chemie
3,0/2,0 VO Koordinationschemie
3,0/2,0 VO Theoretische Molekülchemie

Modul „Fortgeschrittene Organische Chemie (Advanced Organic Chemistry)“ (9,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Katalyse in der Organischen Synthese
3,0/2,0 VO Organische Chemie 4
3,0/2,0 VU Nomenklatur in der Organischen Chemie

Modul „Fortgeschrittene Polymerchemie (Advanced Polymer Chemistry)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Spezielle Synthesemethoden für Polymere
3,0/2,0 VO Polymercharakterisierung

Modul „Fortgeschrittene Spektroskopie (Advanced Spectroscopy)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VU Moderne 1D- und 2D NMR Methoden
3,0/2,0 VO Schwingungsspektroskopie

Modul „Industrielle Katalyse (Industrial Catalysis)“ (9,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Grundlage der katalytischen Verfahren
3,0/2,0 VO Herstellung und Charakterisierung von Feststoffkatalysatoren
3,0/2,0 VO Industrielle katalytische Verfahren

Modul „Massenspektrometrie (Mass spectrometry)“ (6,0 ECTS)

2,0/1,5 VO Anorganische Massenspektrometrie
2,0/1,5 VO Biologische Massenspektrometrie
2,0/1,5 VO Organische Massenspektrometrie

Modul „Materialchemie (Materials chemistry)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Chemie der Nanomaterialien
3,0/2,0 VO Selbstorganisierte und photoaktive Materialien

Modul „Medizinische Chemie (Medicinal chemistry)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Medicinal Chemistry I
3,0/2,0 VO Medicinal Chemistry II

Modul „Methoden für Design und Analyse von Werkstoffen (Methods for designing and analysing materials) “ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Thermische Analyse
3,0/2,0 VU CALPHAD-Methoden in der Werkstoffwissenschaft und im Ingenieurwesen

Modul „Mikrobiologie und Bioinformatik (Microbiology and bioinformatics)“ (8,0 ECTS)

4,0/4,0 UE Bioinformatik
4,0/4,0 LU Mikrobiologie

Modul „Theoretische und Computerchemie (Theoretical and Computational Chemistry)“ (9,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Atomistische Simulation von Werkstoffen
3,0/2,0 VU Simulation von kondensierter Materie
3,0/2,0 VO Theoretische Molekülchemie

Modul „Pulvermetallurgie (Powder metallurgy) “ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Pulvermetallurgie und Sinterwerkstoffe

3,0/2,0 VO Pulvermetallurgie und Sinterwerkstoffe II

Modul „Radiochemie (Radiochemistry)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Radiochemie

3,0/2,0 VO Nukleare Forensik

3,0/2,0 VO Radiopharmazeutische Chemie

Modul „Röntgenstrukturanalytik (X-ray structure analysis)“ (6,0 ECTS)

2,0/1,5 VO Röntgenkristallographie

2,0/1,5 VU Einkristallstrukturanalyse

2,0/1,5 VU Pulverdiffraktometrie I

Modul „Sekundärrohstoffe (Secondary raw materials)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Recycling

3,0/2,0 VO Urban Mining

Modul „Simulation verfahrenstechnischer Prozesse (Simulation of chemical engineering processes)“ (5,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Prozess Simulation

2,0/2,0 UE Prozess Simulation

Modul „Stoffliche Biomassenutzung (Material biomass utilization)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Stoffliche Biomassenutzung

3,0/2,0 VO Membrantechnik

Modul „Technologie der Sonderwerkstoffe (Technology of specialty materials)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Technologie keramischer Werkstoffe

3,0/2,0 VO Technologie der Hart- und Superhartstoffe

Modul „Umweltanalytik (Environmental analysis)“ (6,0 ECTS)

3,0/2,0 VO Emissions- und Immissionsanalytik

3,0/2,0 VO Strategien und Konzepte in der Umweltanalytik

Modul „Mikrobiologie und Bioinformatik (Microbiology and bioinformatics)“ (8,0 ECTS)

4,0/4,0 UE Bioinformatik

4,0/4,0 LU Mikrobiologie

Modul „Bioprozesstechnik und Bioanalytik (Bioprocess technology and bioanalytics)“ (9,0 ECTS)

5,0/5,0 LU Bioprocess Technology and Bioanalytics

1,0/1,0 UE Rechenübungen Bioverfahrenstechnik

3,0/2,0 VU Biostatistik

Prüfungsfach „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“ (10,0 ECTS)

Modul „Freie Wahlfächer und Transferable Skills“ (10,0 ECTS)

Prüfungsfach „Diplomarbeit“ (30,0 ECTS)

1,5/1,0 SE Seminar für Diplomand_innen
27,0 ECTS Diplomarbeit
1,5 ECTS Kommissionelle Abschlussprüfung