



UNIVERSITÄT
BAYREUTH

Modulhandbuch

für den Masterstudiengang
Umwelt- und Ressourcentechnologie
an der Universität Bayreuth

Basierend auf der Prüfungs- und Studienordnung
für den Masterstudiengang Umwelt- und Ressourcentechnologie
an der Universität Bayreuth
vom 25.03.2021

Dieses Modulhandbuch wurde mit größter Sorgfalt erstellt. Aufgrund der Fülle des Materials können jedoch immer Fehler auftreten. Daher kann für die Richtigkeit der Angaben keine Gewähr übernommen werden. Bindend ist die amtliche Prüfungs- und Studienordnung in ihrer jeweils gültigen Fassung.

Inhalt

Hinweise zum Modulhandbuch	3
Übersicht	3
Allgemeine Erläuterungen.....	3
Verweise auf andere Modulhandbücher	3
Modulare Struktur.....	3
Zusatzstudium Umweltrecht	4
Lehrveranstaltungsformen	4
Studiengangsaufbau	4
Ingenieurwissenschaftlicher Pflichtbereich	6
<i>Modul URT 1: Umwelt- und Ressourcentechnologie I</i>	7
<i>Modul URT 2: Umwelt- und Ressourcentechnologie II</i>	8
<i>Modul TL: Toxikologie & Labortechnik</i>	9
Sonstige Pflichtmodule	10
<i>Modul MT: Ingenieurwissenschaftliche oder geowissenschaftliche Masterarbeit</i>	10
Ingenieurwissenschaftliche Vertiefung (Wahlpflichtmodule)	11
Bereich I: Thermische und chemische Energietechnik	11
Bereich II: Elektrochemische Systeme und elektrische Energietechnik	12
<i>Modul MEU: Materialien für die Energie- und Umwelttechnik</i>	13
<i>Modul EVT: Elektrokatalyse und Elektrochemische Verfahrenstechnik</i>	14
Bereich III: Chemische Verfahrenstechnik und Trenntechnik	15
<i>Modul PCV: Laborpraktikum Chemische Verfahrenstechnik</i>	16
<i>Modul CBP: Chemische und biotechnologische Prozesskunde</i>	17
<i>Modul RK: Reaktionstechnik und Katalyse</i>	18
<i>Modul WM: Wasseraufbereitung & Membrantechnologie</i>	19
Bereich IV: Biotechnologie und Biomaterialien	20
<i>Modul WBT: Weiße Biotechnologie und erneuerbare Rohstoffe</i>	21
<i>Modul PTM: Projektierungskurs „Technische Mikrobiologie“</i>	22
<i>Modul BP1: Bioreaktionstechnik</i>	23
<i>Modul BWB: Biogene Werkstoffe und Biomaterialien</i>	24
<i>Modul BCS: Bio- und Chemosensorik</i>	25
Bereich V: Modellbildung, Messtechnik und Datenanalyse	26
<i>Modul MCR: Modellierung chemischer Reaktoren</i>	27
Geowissenschaftliche Vertiefung (Wahlpflichtmodule)	28
<i>Modul ÜKE Überfachliche Kompetenzerweiterung</i>	30

Hinweise zum Modulhandbuch

Übersicht

Der Masterstudiengang Umwelt- und Ressourcentechnologie (URT) ist die Weiterqualifizierung des seit dem WS 2018/19 an der Universität Bayreuth (UBT) angebotenen gleichnamigen Bachelorstudiengangs. Der Masterstudiengang URT bietet den Absolventinnen und Absolventen des Bachelors URT ab dem WS 2021/22 die Möglichkeit, ihre im Bachelorstudium erworbenen Fachkenntnisse und außerfachliche Kompetenzen zu erweitern und zu vertiefen. Wie schon der Bachelor URT hat auch der Master URT einen klaren ingenieurwissenschaftlichen Schwerpunkt, enthält aber auch geowissenschaftliche Fächer. Das Lehrangebot wird daher von der Fakultät für Ingenieurwissenschaften und von der Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften der UBT bereitgestellt.

Die Studierenden des Masters URT bekommen nicht nur (weitere) Einblicke in die wissenschaftliche und gleichzeitig praxisnahe Entwicklung von innovativen technischen Lösungen im Bereich des Umweltschutzes und der Rohstoffsicherung, sondern werden auch befähigt, diese im ökologischen und gesellschaftlichen Kontext kritisch zu bewerten. Der Master wird daher in einem begrenzten Umfang auch ergänzt durch kultur- und gesellschaftswissenschaftliche sowie ökonomische Wahlfächer; außerdem wird das Zusatzstudium Umweltrecht angeboten.

Allgemeine Erläuterungen

Verschiebungen der angegebenen Veranstaltungen innerhalb der Semester sind möglich. Des Weiteren sind Veränderungen der Stundenzuordnung für die einzelnen Veranstaltungen möglich (insbesondere die Umwandlung von Vorlesungsstunden in Übungs- oder Praktikumsstunden und umgekehrt). Entsprechende Änderungen müssen durch den Prüfungsausschuss genehmigt werden. Die Kataloge der Wahlpflichtveranstaltungen können und sollen durch Beschluss des Prüfungsausschusses verändert werden.

Verweise auf andere Modulhandbücher

Der Masterstudiengang URT basiert vornehmlich auf Lehrveranstaltungen, die auch Bestandteile anderer Studiengänge sind. Insbesondere werden Lehrinhalte der Masterstudiengänge Energietechnik, Biologische und chemische Verfahrenstechnik, Maschinenbau, Automotive und Mechatronik und Geoökologie importiert. Daher wird dann auf die Modulhandbücher dieser Studiengänge verwiesen. Dabei gelten die referenzierten Modulhandbücher in ihrer jeweils aktuellsten Fassung als Bestandteil dieses Modulhandbuchs. Änderungen im Modulhandbuch eines originären Studiengangs werden somit - sofern die entsprechende Passage per Verweis Bestandteil des vorliegenden Modulhandbuchs ist - automatisch für den Masterstudiengang URT gültig. Dies bedeutet, dass eine einen originären Studiengang tragende Fakultät über die Lehrveranstaltungen dieses Studiengangs autark entscheiden kann. Hinsichtlich des Masterstudiengangs URT stimmt die jeweils andere Fakultät entsprechenden Änderungen per Vorratsbeschluss automatisch zu. Anpassungen am Studienkonzept insgesamt bedürfen der Zustimmung beider Fakultäten.

Modulare Struktur

Die Regelstudienzeit des Studiengangs beträgt vier Semester. Das Studium soll zum Wintersemester aufgenommen werden. Das Studium ist in Modulbereiche gegliedert, die jeweils aus mehreren Modulen (= Lehreinheiten) bestehen, die ihrerseits wiederum eine oder mehrere Lehrveranstaltungen umfassen. Die modularisierte Form der Studienorganisation erleichtert in Kombination mit der Vergabe von Leistungspunkten (LP) nach dem *European Credit Transfer System* (ECTS) die Vergleichbarkeit und Übertragbarkeit von Studienleistungen im europäischen Rahmen. Insgesamt umfasst das Studium 120 LP, wobei ein Leistungspunkt einem durchschnittlichen studentischen Arbeitsaufwand von 30 Arbeitsstunden entspricht.

Zusatzstudium Umweltrecht

Durch die Wahl des Zusatzstudiums Umweltrecht (Umfang 30 LPs) besteht auch die Möglichkeit, umweltrelevante rechtswissenschaftliche Qualifikationen zu erwerben. Ziel des Zusatzstudiums ist es, die Fähigkeit zu vermitteln, über umweltrechtliche Fragen mit Juristen aus Verwaltung, Gericht und Wissenschaft kommunizieren zu können. Es werden rechtswissenschaftliche Konzepte und deren praktische Anwendung vermittelt sowie rechtswissenschaftliche Falllösungsmethoden eingeübt. Die Studierenden sollen befähigt werden, bei der Behandlung von Umweltproblemen, insbesondere in den Bereichen Naturschutz, Bodenschutz, Immissionsschutz, Klimaschutz, Gewässerschutz sowie erneuerbare Energien, auch rechtliche Fragestellungen zu berücksichtigen und damit bei ganzheitlichen Lösungsvorschlägen mitzuwirken.

Das Zusatzstudium kann studienbegleitend zum Master URT absolviert werden. Wird der Master URT ohne Abschluss des Zusatzstudiums beendet, kann es mit Aufnahme eines Masterstudiums an der UBT erneut aufgenommen werden.

Lehrveranstaltungsformen

Die Wissensvermittlung erfolgt durch Vorlesungen (V), Übungen (Ü), Tutorien (T), Seminare (S), Praktika (P), Exkursionen (E), das Berufspraktikum (BP) und auch durch das Selbststudium:

- Vorlesungen (Abkürzung: V) behandeln in zusammenhängender Darstellung ausgewählte Themen des jeweiligen Fachgebietes. Sie vermitteln methodische Kenntnisse sowie Grundlagen- und Spezialwissen.
- Übungen (Abkürzung: Ü) und Tutorien (Abkürzung: T) finden in der Regel vorlesungsbegleitend statt und dienen der Analyse der Problemstellungen und der Ergänzung und Vertiefung einzelner in der zugehörigen Vorlesung behandelte Themen.
- Seminare (Abkürzung: S) behandeln Probleme der Forschung an ausgewählten Einzelfragen. Sie dienen der Schwerpunktbildung im jeweiligen Vertiefungsbereich und der Vorbereitung auf die Masterarbeit.
- Praktika (Abkürzung: P) und Exkursionen (Abkürzung E) vermitteln Anwendungswissen und bieten einen Rahmen dieses anhand konkreter Aufgabenstellungen einzuüben.
- Selbststudium: Zum Erlernen des selbständigen wissenschaftlichen Arbeitens ist neben dem Besuch der genannten Lehreinheiten auch das Selbststudium notwendig. Hierzu gehören vor allem die Vor- und Nachbereitung der Präsenzstunden, die eigenständige Anfertigung bzw. Bearbeitung von Hausarbeiten und Übungen sowie das selbständige Literaturstudium. Das Selbststudium wird bei Bedarf durch E-Learning-Elemente unterstützt.

Teilnahmevoraussetzung für alle Module ist die Immatrikulation als Studierender der Universität Bayreuth und die Erfüllung der Eignungsvoraussetzungen des Studiengangs. Details sind in der Prüfungs- und Studienordnung geregelt.

Studiengangsaufbau

Der Aufbau und die Qualifikationsziele des Studiengangs können wie folgt charakterisiert werden (vgl. Tab. 1):

- Alle Studenten erhalten in einem **ingenieurwissenschaftlichen Pflichtbereich** (22 ECTS) vertiefte Kenntnisse der Umwelt- und Ressourcentechnologie und der Toxikologie.
- Die Studierenden erweitern und vertiefen in einem **ingenieurwissenschaftlichen Wahlbereich** (weitere) technische Aspekte der Umwelt- und Ressourcentechnologie. Dabei wählen sie Fächer (38 ECTS) aus mindestens drei von fünf Bereiche aus (vgl. Tab. 1).

- Zur Umwelt- und Ressourcentechnologie gehört aber neben diesen technischen Qualifikationen - etwa zur Vermeidung und Verminderung von Emissionen - auch die Kenntnis der Auswirkungen technischen bzw. menschlichen Handelns auf die verschiedenen Umweltkompartimente (Hydrosphäre, Atmosphäre, Boden, Biosphäre). Dies schließt geoökologische Methoden zum Umgang mit bzw. zur Vermeidung von Umweltschäden und zum Erreichen einer möglichst nachhaltigen Nutzung von Ressourcen mit ein. Daher werden diese Aspekte im **geowissenschaftlichen Wahlbereich** (20 ECTS) vermittelt.
- Darüber hinaus sollen kulturwissenschaftliche, gesellschaftswissenschaftliche und (weitere) naturwissenschaftliche Kenntnisse nach freier Wahl aus einer regelmäßig aktualisierten Gesamtliste „**Überfachliche Kompetenzerweiterung** (extrafakultärer Teil)“, die für alle ingenieurwissenschaftlichen Masterstudiengänge an der Fakultät für Ingenieurwissenschaften der Universität Bayreuth gilt, im Umfang von 10 ECTS erworben werden.
- Durch die Wahl des an der UBT etablierten **Zusatzstudiums Umweltrecht** (30 ECTS) besteht optional auch die Möglichkeit, umweltrelevante rechtswissenschaftliche Qualifikationen zu erwerben.
- Die am Ende des Studiums zu erarbeitende **Masterarbeit** rundet die Ausbildung ab.

Tabelle 1: Struktur des Masterstudiengangs Umwelt- und Ressourcentechnologie

Modul/Lehrveranstaltung	ECTS
Ingenieurwissenschaftliche Pflichtmodule Umwelt- und Ressourcentechnologie 1 und 2, Toxikologie	22
Ingenieurwissenschaftliche Vertiefung (Wahlpflicht) aus mindestens drei von fünf Bereichen Thermische und chemische Energietechnik, Elektrochemische Systeme und elektrische Energietechnik, Chemische Verfahrenstechnik und Trenntechnik, Biotechnologie und Biomaterialien, Modellbildung, Messtechnik und Datenanalyse	38
Geowissenschaftliche Vertiefung (Wahlpflicht) z.B. Soil Physics, Climatology, Meteorologische Grundlagen erneuerbarer Energien, Biogeochemische Stoffkreisläufe, Transformation zur Nachhaltigkeit, Natural Risks and Hazards	20
Überfachliche Kompetenzerweiterung (kulturwissenschaftliche, gesellschaftswissenschaftliche und naturwissenschaftliche Wahlmodule)¹	10
Ingenieurwissenschaftliche <u>oder</u> geowissenschaftliches Masterarbeit²	30
Summe	120

¹ freie Wahl aus Fächer-/Modulkatalog.

Ingenieurwissenschaftl. Pflichtbereich des Masterstudiengangs URT

22 LP

Modul	Bezeichnung	SWS	LP	Modulprüfung	verantwortlich	Modul- beschreibung
URT1	Umwelt- und Ressourcentechnologie I		6			
	Globale Energieflüsse und Stoffkreisläufe	2V	(3)	schriftliche Prüfung 45 min	LS CVT	siehe unten
	Verfahrenstechnische Prozesse der Ressourcentechnologie	2V	(3)	schriftliche Prüfung 45 min		
URT2	Umwelt- und Ressourcentechnologie II¹		8			
	Mineralische Ressourcen und deren Nutzung	2V	(3)	schriftliche Prüfung 120 min	Keylab Glas	siehe unten
	Sekundärrohstoffe und Recycling	2V	(3)		LS ÖRT	
Stoffkreisläufe und Ökobilanzen	1V + 1Ü	(2)				
TL	Toxikologie & Labortechnik		8			
	Einführung in die Toxikologie	2V + 1Ü	(4)	schriftliche Prüfung (120 min.)	LS CVT	siehe unten
	Trenn- und Formulierungstechnik	2V + 1Ü	(4)		Keylab Glas	

¹ Die Fakultät ING beabsichtigt die Einrichtung des Lehrstuhls Ökologische Ressourcentechnologie (ÖRT). Nach der Besetzung dieses Lehrstuhls soll in der Fakultät ING diskutiert werden, wie sich dieser LS in die Lehre des Masters URT einbringen soll. Nach der derzeitigen Planung soll zumindest die Lehrveranstaltung „Stoffkreisläufe und Ökobilanzen“ von diesem LS übernommen werden.

Modul URT1: Umwelt- und Ressourcentechnologie I

Verantwortliche Einheit	LS Chemische Verfahrenstechnik
Lernziele	<p>URT1a: Globale Energieflüsse und Stoffkreisläufe</p> <p>Kenntnisse von globalen Stoff- und Energieströmen und deren Vernetzung. Fähigkeit zum selbständigen Arbeiten, Problemlösungsfähigkeit, analytische Fähigkeiten, kritische Betrachtung von Sachverhalten und Lösungsansätzen.</p> <p>URT1b: Verfahrenstechnische Prozesse der Ressourcentechnologie</p> <p>Kenntnisse über etablierte und aufkommende Verfahren zur nachhaltigen Nutzung und/oder Ersetzung bestehender Ressourcen. Fähigkeit zum selbständigen Arbeiten, Problemlösungsfähigkeit, analytische Fähigkeiten, kritische Betrachtung von Sachverhalten und Lösungsansätzen.</p>
Lerninhalte	<p>URT1a: Globale Energieflüsse und Stoffkreisläufe</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Globale Stoffströme, anthropogene Material- und Energieflüsse. ▪ Reserven und Ressourcen fossiler Energieträger und anderer Mineralien. ▪ Technische, soziale und ökologische Aspekte des Energieverbrauchs, des Wasserbedarfs und der Wasserressourcen. <p>URT1b: Verfahrenstechnische Prozesse der Ressourcentechnologie</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ausgewählte Verfahren zur Aufbereitung und nachhaltigen Verwendung von Ressourcen wie beispielsweise die (regenerative) Erzeugung von H₂ und von synthetischen Kohlenwasserstoffen als Energieträger bzw. –speicher. ▪ Verfahren zur stofflichen Nutzung von CO₂ und zur Aufbereitung von Wasser/Abwässern.
Form der Wissensvermittlung	<p>URT1a: Vorlesung „Globale Energieflüsse und Stoffkreisläufe“ (2 SWS 3 LP)</p> <p>URT1b: Vorlesung „Verfahrenstechnische Prozesse der Ressourcentechnologie“ (2 SWS 3 LP)</p>
Vorkenntnisse	Fortgeschrittene Studierfähigkeit und einem universitären BSc entsprechende physikalische, chemische, thermodynamische sowie mathematische Grundlagen, Grundlagen der chemischen Verfahrenstechnik und Prozesskunde.
Teilnahmevoraussetzung	keine
Leistungsnachweise	zwei schriftliche Prüfungen, je 45 min (Gewichtung jeweils 50 %)
zeitlicher Aufwand	wöchentlich je Veranstaltung: 2 h Vorlesung + 2 h Vor-/Nachbereitung (2 x 60 h =): 120 h; Vorbereitung auf die Klausuren: 60 h; Summe 180 h
ECTS-Leistungspunkte	6 (3 + 3)
Angebotshäufigkeit	jährlich

Modul URT2: Umwelt- und Ressourcentechnologie II

Verantwortliche Einheit	Keylab Glastechnologie, LS Ökolog. Ressourcentechnologie
Lernziele	<p>URT2a: Mineralische Ressourcen und deren Nutzung</p> <p>Der Studierende kennt die wichtigsten Explorations- und Extraktionsmethoden für mineralischer Rohstoffe, Umweltauswirkungen bei der Gewinnung von abiotischen Rohstoffen und den Stellenwert primärer und sekundärer Rohstoffe für die Rohstoffversorgung sowie die Qualitätsansprüche. Er kann für wichtige Technologien qualitativ Auswirkungen für die Rohstoffversorgung abschätzen.</p> <p>URT2b: Sekundärrohstoffe und Recycling:</p> <p>Befähigung zur Bewertung von Werkstoffkreisläufen in Hinblick auf technischen Nutzen und Nachhaltigkeit vor dem Hintergrund zunehmender Knappheit von abiotischen Ressourcen.</p> <p>URT2c: Stoffkreisläufe und Ökobilanzen:</p> <p>Auf Basis von nationalen und internationalen Normen- und Regelwerken, sollen die Studierenden befähigt werden, ökobilanzielle Kenngrößen zu ermitteln und zu bewerten.</p>
Lerninhalte	<p>URT2a: Mineralische Ressourcen und deren Nutzung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ressourcen und Reserven mineralischer Rohstoffe, Vulnerabilität, Versorgungsrisiko, Kritikalität, Lieferketten ▪ Exploration und Extraktion mineralischer Rohstoffe ▪ Umweltauswirkungen von Bergbau und deren Management <p>URT2b: Sekundärrohstoffe und Recycling</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sekundäre Rohstoffe (Verfügbarkeit, Qualitätssicherung, Schließen von Wertstoffkreisläufen, ▪ (Grenzen des) „Urban Mining“ ▪ Substitution kritischer Rohstoffe <p>URT2c: Stoffkreisläufe und Ökobilanzen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ökologische Schutzziele, Ökobilanzen / Life Cycle Analysis LCA, Stoffstromanalyse und Energiebilanzen (V) ▪ Erstellung und vergleichende Bewertung eigener z.B. mit SimaPro erstellte Ökobilanzen (Ü).
Form der Wissensvermittlung	Vorlesung „Mineralische Ressourcen und deren Nutzung“ (2 SWS, 3 LP) Vorlesung „Sekundärrohstoffe und Recycling“ (2 SWS, 3 LP) und Vorlesung/Übung „Stoffkreisläufe und Ökobilanzen“ (1 SWS V, 1 SWS Ü, 2 LP)
Vorkenntnisse	Fortgeschrittene Studierfähigkeit und einem universitären BSc entsprechende physikalische, chemische, thermodynamische sowie mathematische Grundlagen, Grundlagen der chemischen Verfahrenstechnik und Prozesskunde.
Teilnahmevoraussetzung	keine
Leistungsnachweise	schriftliche Prüfung 120 min, Bescheinigung (unbenotet) der erfolgreichen Teilnahme an der Übung
zeitlicher Aufwand	Wöchentlich je Veranstaltung: 2 h Vorlesung/Übung + 2 h Vor-/Nachbereitung (3 x 60 h=): 180 h; Vorbereitung auf die Klausur: 60 h; Summe 240 h
ECTS-Leistungspunkte	8 (3 + 3 + 2)
Angebotshäufigkeit	jährlich

Modul TL: Toxikologie & Labortechnik

Verantwortliche Einheit	Lehrstuhl für Chemische Verfahrenstechnik
Lernziele	Kenntnisse im korrekten Einsatz und der Handhabung von Gefahrstoffen und toxischen Substanzen (Aspekte der Prozess- und Verfahrenstechnik, Gute Laborpraxis (GLP), GMP). Grundkenntnisse in der chemischen und biologischen Toxikologie (Abschätzung von Gefahrstoffpotentialen) sowie im korrekten Umgang mit Chemikalien und genetisch modifizierten Organismen.
Lerninhalte	<p>Toxikologie (TL1)</p> <p>Einführung in die Grundlagen der Toxikologie; Dosis-Wirkungs-Beziehung, Lehrsatz von Paracelsus, Bedeutung und Ermittlung von Schwellen- & Auslösewerten; Ermittlung und Erkennen der Gefahren, die von Chemikalien oder Keimen ausgehen können; Aufnahmewege von Chemikalien oder Keimen in den Körper; Wirkort und Wirkung von toxischen Chemikalien im Körper an verschiedenen Beispielen wie der Vergiftung durch Schwermetalle, Verätzungen durch Säuren oder Laugen etc.; Konzept der persönlichen Schutzausrüstung; Ursachen von Unfällen in der chemischen Industrie sowie in Laboratorien; Lehren, die aus Unfällen in der Industrie und im Laboratorium gezogen wurden.</p> <p>Labortechnik (TL2)</p> <p>Verfahrenstechnische, physikalische und physikochemische Methoden zur gezielten Einstellung und Analyse von Produkteigenschaften für Anwendungen in der Medizin, für industrielle Prozesse sowie für den Einsatz als Lebensmittel oder kosmetisches Produkt. Behandelt werden Lösungen, Colloide, Suspensionen, Emulsionen, redispergierbare Trockenprodukte, drug-release Systeme, Pigmente und oberflächenaktive Stoffe; Voraussetzungen des sicheren und regelgerechten Arbeitens in Forschungslaboratorien und Industrieanlagen; Kenntnisse über Ursachen von Unfällen in der petrochemischen Industrie und Lehren, die daraus gezogen wurden.</p>
Form der Wissensvermittlung	<p>TL1: Vorlesung „Einführung in die Toxikologie“ (2 SWS V, 1 SWS Ü, 4 LP)</p> <p>TL2: Vorlesung „Trenn- und Formulierungstechnik“ (2 SWS V, 1 SWS Ü, 4 LP)</p>
Vorkenntnisse	Fortgeschrittene Studierfähigkeit erworben in einem natur- oder ingenieurwissenschaftlichen Bachelor-Studiengang.
Teilnahmevoraussetzung	keine
Leistungsnachweise	schriftliche Prüfung (fakultativ in 2 Teilen ablegbar, jeweils 60 min, Gewichtung jeweils 50%)
zeitlicher Aufwand	<p>TL1: Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 1 h Übung plus 1 h Vor- und Nachbereitung = 30 h</p> <p>TL2: Wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 60 h; 1 h Übung plus 1 h Vor- und Nachbereitung = 30 h</p> <p>Prüfungsvorbereitung: 60 h; Summe 240 h</p>
ECTS-Leistungspunkte	8 (4 + 4)
Angebotshäufigkeit	jährlich

Modul MT: Masterarbeit (30 LP)

Modul	Bezeichnung	SWS	LP	Modulprüfung	verantwortlich	Modul- beschreibung
MT	Ingenieur- oder geowissenschaftliches Masterarbeit		30	Masterarbeit und mündliche Präsentation (Gewichtung gemäß § 12 Abs. 8 PSO)	Lehrstühle der ING oder der Geowissenschaften	siehe unten

Verantwortliche Einheit	Alle Lehrstühle bzw. Professoren (einschließlich Juniorprofessorinnen und -professoren) der Fakultät Ingenieurwissenschaften und der Fachgruppe Geowissenschaften
Lernziele	Durch die Abfassung der Masterarbeit erschließen sich die Studierenden am Ende ihres Studiums exemplarisch einen zusammenhängenden Forschungsinhalt zu einem aktuellen umwelt- bzw. ressourcenrelevanten Thema. Sie sollen dadurch in die Lage versetzt werden, eine Forschungsfrage in ihren empirischen wie theoretischen Implikationen zu erfassen, zu operationalisieren und auszuarbeiten. Ergebnis dieses Lernprozesses ist die Masterarbeit.
Lerninhalte	Schriftliche Ausarbeitung zu einem aktuellen umwelt- bzw. ressourcenrelevanten Thema, dass von einer Professorin oder einem Professor der Fakultät Ingenieurwissenschaften und der Fachgruppe Geowissenschaften gestellt wird.
Form der Wissensvermittlung	Selbststudium
Vorkenntnisse	Die Masterarbeit muss an einem Lehrstuhl angefertigt werden, der an einem Pflichtmodul bzw. einem der gewählten Wahlmodule beteiligt ist
Teilnahmevoraussetzung	Prüfungsleistungen im Umfang von 55 Leistungspunkten
Leistungsnachweise	Masterarbeit und benoteter mündlicher Vortrag . Für die Note der Masterarbeit werden die Noten der beiden Prüfer gemittelt. Dabei gehen die beiden Noten für die schriftliche Arbeit mit dreifacher Gewichtung und die beiden Noten für den mündlichen Vortrag mit einfacher Gewichtung in die Gesamtnote ein.
zeitlicher Aufwand	sechs Monate Bearbeitungszeit / 900 Arbeitsstunden
ECTS-Leistungspunkte	30
Angebotshäufigkeit	regelmäßig, auf Anfrage bei den Lehrstühlen

Ingenieurwissenschaftliche Vertiefung (Wahlpflichtmodule; mindestens **38 LP** aus mindestens drei von insgesamt fünf Bereichen)

Bereich I: Thermische und chemische Energietechnik

26 LP

Modul	Bezeichnung	SWS	LP	Modulprüfung	verantwortlich	Modul- beschreibung
ENS	Thermische Energiespeicher		5	eine schriftliche Prüfung	LS TTT	Master Energietechnik
	Thermische Energiespeicher	2V	(3)			
	Praktikum Therm. Energiespeicher	2P	(2)			
ATE	Aktuelle Themen der Energietechnik und Energiewirtschaft	3 P	5	benotete schriftliche Ausarbeitung (Gewichtung 75 %) mit benoteter mündlicher Darstellung (25 %)	LS TTT	Master Energietechnik
BEU	Bewertung von Energieumwandlungsverfahren	2V 2Ü	5	eine schriftliche Prüfung	LS TTT	Master Energietechnik
KE	Kraftstoffe und Emissionen		6	eine schriftliche Prüfung	LS CVT LS FUMA	Master BCV
	Chemie und Technik fossiler und nachwachsender Rohstoffe	2V	(3)			
	Abgasnachbehandlungstechnologie	2V+1P	(3)			
EFP	Energietechnik in Forschung und Praxis		5	je ein schriftlicher Bericht zu EFP ₁ und EFP ₂ ; unbenotet	LS TTT	Master Energietechnik
	Energietechnisches Seminar	2P	(3)			
	Energietechnische Exkursion	2P	(2)			

Bereich II: Elektrochemische Systeme u. elektrische Energietechnik

31 LP

Modul	Bezeichnung	SWS	LP	Modulprüfung	Verantwortlich	Modul- beschreibung
MEU	Materialien für die Energie- und Umwelttechnik		5	Teilnahmebescheinigung für das Praktikum und ein mündliche Prüfung (30 min, Gewichtung 100 %)	LS FUMA	siehe unten
	Elektrochemische Grundlagen und Messtechniken	1V + 1Ü	(2)			
	Anwendungen und Materialien elektrochemischer Systeme	1V	(1)			
	Thermoelektrische Materialien	1V	(1)			
	Praktikum Materialien für die Energie- und Umwelttechnik	1P	(1)			
BBP	Batterien, Brennstoffzellen und photovoltaische Systeme		9	eine schriftliche Prüfung	LS EES	Master Energietechnik
	Batterien, Brennstoffzellen und photovoltaische Systeme	2V+1P	(4)			
	Charakterisierung von Batterien und Brennstoffzellen	1Ü	(1)			
	Brennstoffzellen-Technik	2V+1Ü	(4)			
EES	Elektrische Energiespeicher		5	eine schriftliche Prüfung (30 min)	LS EES	Master Energietechnik
	Elektrische Energiespeicher	2V+1Ü	(4)			
	Praktikum Elektr. Energiespeicher	1P	(1)			
EVT	Elektrokatalyse und Elektrochemische Verfahrenstechnik		5	eine mündliche Prüfung (20 min, Gewichtung 67 %) und ein Seminarvortrag (15 min, Gewichtung 33 %)	LS WV	siehe unten
	Elektrochemische Verfahrenstechnik	2V	(3)			
	Elektrochemische Energietechnologien	1S	(1)			
	Praktikum 3-Elektroden Aufbau	1P	(1)			
LET	Leistungselektronik in der Energietechnik		7	eine schriftliche Prüfung	LS MT	Master Energietechnik
	Leistungselektronik	2V + 1Ü	(4)			
	Elektrische Energietechnik II	1V + 1Ü	(3)			

Modul MEU: Materialien für die Energie- und Umwelttechnik

Verantwortliche Einheit	Lehrstuhl Funktionsmaterialien
Lernziele	Physikalisch-chemisches Verständnis elektrochemischer Energiespeicher und thermoelektrischer Energieumwandlungssysteme; Kenntnis über werkstoffbezogene Aspekte und Charakterisierungsmethoden; Fähigkeit materialbezogene Aspekte im Bereich der behandelten Energiesysteme beurteilen und einordnen zu können.
Lerninhalte	Elektrochemische Grundlagen und Messtechniken; Aufbau, Funktionsweise, verwendete Materialien und Kenngrößen von elektrochemischen Energiespeichern wie Akkus, Batterien, Superkondensatoren und Redox-Flow-Batterien; Thermoelektrische Materialien; Grundlagen, Aufbau, Funktionsweise und Anwendungen thermoelektrischer Generatoren.
Form der Wissensvermittlung	Vorlesungen/ Übung „Elektrochemische Grundlagen und Messtechniken“ (1 SWS V, 1 SWS Ü, 2 LP), Vorlesung „Anwendungen und Materialien elektrochemischer Systeme“ (1 SWS, 1 LP), Vorlesung „Thermoelektrische Materialien“ (1 SWS, 1 LP) und Praktikum „Materialien für die Energie- und Umwelttechnik“ (1 SWS, 1 LP)
Vorkenntnisse	Fortgeschrittene Studierfähigkeit erworben in einem natur- oder ingenieurwissenschaftlichen Bachelor Studiengang
Teilnahmevoraussetzung	keine
Leistungsnachweise	Portfolioprüfung aus a) Teilnahmebescheinigung für das Praktikum und b) einer mündlichen Prüfung (30 min, Gewichtung 100 %)
zeitlicher Aufwand	wöchentlich 2 h +1 h +1 h Vorlesung + Vor-/Nachbereitung: 90 h Praktikum 15 h + Vorbereitung/Protokolle 15 h: 30 h Vorbereitung auf die Klausur: 30 h; Summe 150 h
ECTS-Leistungspunkte	5
Angebotshäufigkeit	jährlich, verteilt auf zwei Semester

Modul EVT: Elektrokatalyse u. elektrochemische Verfahrenstechnik

Verantwortliche Einheit	LS Werkstoffverfahrenstechnik
Lernziele	Die Studierenden wiederholen aktiv die Elektrochemischen Grundlagen und diskutieren die Prinzipien der Elektrokatalyse im Vergleich zur Katalyse. Sie lernen den Aufbau elektrochemischer Reaktoren kennen und vertiefen ihre Kenntnisse zu Transportprozessen, insbesondere in porösen Schichten. Anhand aktueller Beispiele aus Brennstoffzellen, der Elektrolyse etc. werden die Studierenden befähigt, komplexe elektrochemische Systeme detailliert zu beschreiben und für eine spätere Anwendung auszulegen.
Lerninhalte	<p>Elektrochemische Grundlagen</p> <p>Elektrochemie im Gleichgewicht: Doppelschicht und Nernst</p> <p>Elektrodenkinetik: Butler-Volmer, Koutechy-Levich</p> <p>Prinzipien der Elektrokatalyse</p> <p>Vergleichende Betrachtung zur Katalyse</p> <p>Vulkan-Kurven und Determinanten</p> <p>Aufbau elektrochemischer Reaktoren</p> <p>Transportprozesse</p> <p>Aktuelle Beispiele: Brennstoffzellen, Elektrolyse, CO₂-Elektroreduktion</p>
Form der Wissensvermittlung	<p>Vorlesung „Elektrochemische Verfahrenstechnik“ (2 SWS, 3 LP)</p> <p>Seminar „Elektrochem. Energietechnologien“ (1 SWS, 1 LP)</p> <p>Praktikum „3-Elektroden-Aufbau“ (1 SWS, 1 LP)</p>
Vorkenntnisse	Grundkenntnisse Chemische Kinetik, Katalyse, chem. Verfahrenstechnik
Teilnahmevoraussetzung	keine
Leistungsnachweise	mündliche Prüfung (20 min, Gewichtung 67 %) und Seminarvortrag (15 min, Gewichtung 33 %)
zeitlicher Aufwand	<p>wöchentlich 2 h Vorlesung + 3 h Vor-/Nachbereitung: 60 h</p> <p>Vorbereitung auf die Klausur: 30 h, auf den Vortrag: 30 h; Summe 120 h</p>
ECTS-Leistungspunkte	5 (3 + 2)
Angebotshäufigkeit	jährlich

Bereich III: Chemische Verfahrenstechnik und Trenntechnik

23 LP

Modul	Bezeichnung	SWS	LP	Modulprüfung	verantwortlich	Modul- beschreibung
WM	Wasseraufbereitung & Membrantechnologie		5	schriftl. Prüfung in WM ₁ (60 min, Gewichtung 55 %), schriftl. Prüfung in WM ₂ (45 min, 35 %) und benotetes Protokoll für WM ₃ (10 %)	Keylab Glas	siehe unten
	Membrantechnologie	2V	(2)			
	Praktikum Mikro- & Ultrafiltration	1P	(1)			
	Industrielle Abwasserreinigung	1V	(2)			
RK	Reaktionstechnik und Katalyse		7	schriftliche Prüfung (Gewichtung jeweils 50%)	LS CVT	siehe unten
	Katalyse in der Technik	2V	(3)			
	Chemische Reaktionstechnik	2V + 1P	(4)			
CBP	Chemische und biotechnologische Prozesskunde		5	mündl. Prüfung 60 min, Gewichtung 50 % schriftl. Prüfung (40 min, 50 %)	LS CVT	siehe unten
	Chemische und biotechnologische Prozesskunde	2V	(3)			
	Analytische Methoden in der chemischen Verfahrenstechnik	1V+1P	(2)			
PCV	Laborpraktikum Chemische Verfahrenstechnik		6	benotete Praktikumsprotokolle	LS CVT	siehe unten
	Laborpraktikum Chemische Verfahrenstechnik I	3P	(3)			
	Laborpraktikum Chemische Verfahrenstechnik II	3P	(3)			

Modul PCV: Laborpraktikum Chemische Verfahrenstechnik

Verantwortliche Einheit	LS Chemische Verfahrenstechnik
Lernziele	Vertiefung der Kenntnisse der chemischen Reaktionstechnik, der thermischen Verfahrenstechnik. Vertiefung der Kenntnisse chemischer Prozesse. Betrieb von chemisch-verfahrenstechnischen Laboranlagen. Methodenkompetenz (Wissenslücken erkennen und schließen, analytische Fähigkeiten). Anhand der Versuche sollen die Studierenden ihre Kenntnisse, die sie durch die Vorlesungen zur chemischen Kinetik, Katalyse, Trenntechnik und Verfahrenstechnik erworben haben, in der Praxis anwenden.
Lerninhalte	Praktikum mit (beispielsweise) folgenden Versuchen: thermogravimetrische Bestimmung der Zersetzungskinetik, Verweilzeitverhalten von Reaktoren, Wacker-Hoechst-Verfahren, Druckverluste durch Schüttungen, Messung der Reaktionsgeschwindigkeit einer Umesterung (und Bestimmung der Reaktionsordnung und Aktivierungsenergie), Rektifikation
Form der Wissensvermittlung	zwei Praktika (jeweils 3 SWS, 3 LP; insgesamt 6 LP)
Vorkenntnisse	Inhalte aus den Vorlesungen Reaktionstechnik, Reaktionskinetik und Katalyse in der Technik,
Teilnahmevoraussetzung	Einem universitären BSc entsprechende Grundlagen in thermischer und chemischer Verfahrenstechnik, Chemie, Physik, Mathematik
Leistungsnachweise	Testatbogen (benotet; Mittelwert aus den Noten für die Protokolle der einzelnen Versuche)
zeitlicher Aufwand	Studentischer Arbeitsaufwand: PCV: 2 Semester wöchentlich 3 h Praktikum plus 3 h Vor- und Nachbereitung = 180 h Modul PCV insgesamt: 180 Stunden
ECTS-Leistungspunkte	6
Angebotshäufigkeit	jährlich

Modul CBP: Chemische und biotechnologische Prozesskunde

Verantwortliche Einheit	LS Chemische Verfahrenstechnik
Lernziele	<p>Chemische und biotechnologische Prozesskunde Kenntnisse der wichtigsten biotechnischen und chemischen Produktionsverfahren, ihrer Voraussetzungen und Ziele sowie mögliche zukünftige Produktionsprozesse.</p> <p>Analytische Methoden in der chemischen Verfahrenstechnik Methodenkompetenz in der Anwendung moderner Analyseverfahren in der chem. Verfahrenstechnik, der Produktentwicklung und der Qualitätskontrolle; Verständnis der Anwendungsbereiche und der Aussagefähigkeit der unterschiedlichen analytischen Methoden. Einübung zentraler Aspekte der Methodenkompetenz wie: Wissenslücken erkennen und schließen, Wissen auf neue Probleme anwenden, selbständiges Arbeiten, Problemlösungsfähigkeit, analytische Fähigkeiten, kritische Auseinandersetzung mit experimentellen Daten</p>
Lerninhalte	<p>Stoffverbände vom Rohstoff zum Endprodukt bei industriellen Verfahren insbesondere aus der Petrochemie und chemischen Industrie sowie der technischen Mikrobiologie, der Enzymtechnologie und der synthetischen Biologie zur Herstellung von Grund- und Feinchemikalien; Analysemethoden zur Charakterisierung von chemischen Verbindungen und in der chemischen Verfahrenstechnik häufig eingesetzter Materialien; theoretische und apparative Grundlagen; Datenauswertung, und -interpretation. Vorstellung exemplarischer Prozesse, Vergleich und Einsatzgebiete chemischer/biotechnol. Prozesse. Dynamik bzw. Weiterentwicklung der chemischen Industrie, Einfluss von Feed-Strömen auf etablierte Verfahren und auf die Entwicklung neuer Prozesse, Bedeutung der Wirtschaftlichkeit für bestehende und neue Prozesse</p>
Form der Wissensvermittlung	<p>CBP1: Vorl. „Chemische und biotechnologische Prozesskunde (2 SWS, 3 LP) CBP2: Vorl./Prak. „Analytische Methoden der chemischen Verfahrenstechnik (1 SWS V, 1 SWS P, insgesamt 2 LP)</p>
Vorkenntnisse	siehe Teilnahmevoraussetzung
Teilnahmevoraussetzung	<p>a) allgemeiner Art: Fortgeschrittene Studierfähigkeit</p> <p>b) universitäre Veranstaltungen: Einem universitären BSc entsprechende mathematische, physikalische, chemische und biologische Grundlagen sowie Grundlagen der thermischen und mechanischen Verfahrenstechnik, der Reaktionstechnik sowie der Reaktionskinetik</p>
Leistungsnachweise	mündliche Prüfung in CBP1 (60 min, Gewichtung 50 %), schriftliche Prüfung in CBP2(40 min, 50 %)
zeitlicher Aufwand	<p>CBP 1: wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Nachbereitung = 60 h</p> <p>CBP 2: wöchentlich 1 h Vorlesung plus 0,5 h Nachbereitung = 22,5 h; 1 h Praktikum plus 0,5 h Vor- und Nachbereitung = 22,5 h</p> <p>Prüfungsvorbereitung: 45 h</p> <p>Modul CBP insgesamt: 150 Stunden.</p>
ECTS-Leistungspunkte	5 (3+2)
Angebotshäufigkeit	jährlich

Modul RK: Reaktionstechnik und Katalyse

Verantwortliche Einheit	LS Chemische Verfahrenstechnik
Lernziele	Grundkenntnisse zur Konzipierung und Auslegung chemischer Produktionsprozesse und Anlagen (insbesondere von chemischen Reaktoren) durch Modellierung und Simulation anhand experimentell ermittelter Daten; Methodenkompetenz im Umgang mit Katalysatoren und katalysierten Prozessen in der Verfahrenstechnik.
Lerninhalte	Ausgewählte Prozesse der chemischen Industrie (z.B. Ammoniaksynthese, Hydrierungsprozesse zur Produktion von Fein- und Bulkchemikalien, Hydroformylierung, Herstellung organischer Nitroprodukte, industrielle Elektrolyse), Vertiefung der thermodynamischen und kinetischen Aspekte der Reaktionstechnik, Sicherheitsaspekte chemischer Reaktoren, Theorie und Praxis der technischen Katalyse; theoretische Grundlagen der heterogenen, homogenen und enzymatischen Katalyse, molekulare Basis der katalytischen Aktivität; Verständnis der im Einflussbereich des Katalysators stattfindenden chemischen und biochemischen Reaktionen; moderne Katalysatorkonzepte, die z.B. heterogene / homogene oder chemische / biologische Katalyse verbinden
Form der Wissensvermittlung	RK1: Vorl./Prak. „Chemische Reaktionstechnik (2 SWS V, 1 SWS P, 4 LP) RK2: Vorl. „Katalyse in der Technik“ (2 SWS V, 3 LP)
Vorkenntnisse	siehe Teilnahmevoraussetzung
Teilnahmevoraussetzung	a) allgemeiner Art: Fortgeschrittene Studierfähigkeit b) universitäre Veranstaltungen: Einem universitären BSc entsprechende naturwissenschaftlich-mathematische Grundlagen, Grundlagen der chemischen Verfahrenstechnik.
Leistungsnachweise	RK1: schriftliche Prüfung (Gewichtung 50 %) RK2: schriftliche Prüfung (Gewichtung 50 %)
zeitlicher Aufwand	RK1: wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h; 1 h Praktikum plus 1 h Vor- und Nachbereitung = 30 h RK2: wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h Prüfungsvorbereitung: 60 h Modul RK insgesamt: 180 Stunden.
ECTS-Leistungspunkte	7 (4 +3)
Angebotshäufigkeit	jährlich

Modul WM: Wasseraufbereitung & Membrantechnologie

Verantwortliche Einheit	Keylab Glastechnologie
Lernziele	<p>Die Studierenden kennen die wichtigsten Membrantrennverfahren, deren Anwendung und Einsatzgrenzen sowie den Aufbau von Modulen und Anlagen</p> <p>Sie haben ein Grundverständnis für die Probleme und Anforderungen in der industriellen Wasser- und Abwassertechnologie. Die Studierenden kennen die relevanten Behandlungsmethoden für Prozesswasser, seine Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten.</p>
Lerninhalte	<p>Membrantechnologie</p> <p>Grundlagen der Membrantechnologie (Selektivität, Fluss, Rückhalt, Triebkräfte, Transportwiderstände), Klassifizierung von Membranen, Membranwerkstoffe, Modul- und Anlagenkonstruktionen, Membranverfahren (Umkehrosmose, Nanofiltration, Ultrafiltration und Mikrofiltration), Membranfouling, Elektrodialyse, Pervaporation, Dampfpermeation und Gaspermeation, Aufbau und Anwendung von Membranreaktoren</p> <p>Industrielle Abwasserreinigung</p> <p>Grundlagen und Anwendungsbeispiele zur Reinigung von Prozesswasser wie Biologische Verfahren, Neutralisation / Fällung, Flockung, Sedimentation, Abscheidung von Fetten und Leichtflüssigkeiten, Flotation, Oxidations- und Reduktionsreaktionen sowie Ionenaustausch</p> <p>Praktikum Mikro- & Ultrafiltration</p> <p>Aufbau, Charakterisierung und Betrieb einer Laboranlage zur Mikro- und Ultrafiltration</p>
Form der Wissensvermittlung	<p>WM1: Vorlesung „Membrantechnologie“ (2 SWS, 2 LP)</p> <p>WM2: Vorlesung „Industrielle Abwasserreinigung“ (1 SWS, 2 LP)</p> <p>WM3: Praktikum „Mikro- & Ultrafiltration“ (1 SWS, 1 LP)</p>
Vorkenntnisse	Inhalte aus der Vorlesung „Allgemeine Verfahrenstechnik“
Teilnahmevoraussetzung	keine
Leistungsnachweise	schriftliche Prüfung in WM1 (60 min, Gewichtung 55%), schriftliche Prüfung in WM2 (45 min, Gewichtung 35%) und benotetes Protokoll für WM3 (10 %)
zeitlicher Aufwand	<p>WM1: wöchentlich 2 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 45 h;</p> <p>WM2: wöchentlich 1 h Vorlesung plus 1 h Nachbereitung = 30 h</p> <p>WM3: Praktikum 15 h + Vorbereitung/Protokolle 15 = 30 h</p> <p>Prüfungsvorbereitung: 45 h</p> <p>Modul WM insgesamt: 150 Stunden.</p>
ECTS-Leistungspunkte	5 (2 + 1 + 2)
Angebotshäufigkeit	jährlich

Bereich IV: Biotechnologie und Biomaterialien

27 LP

Modul	Bezeichnung	SWS	LP	Modulprüfung	verantwortlich	Modul- beschreibung
WBT	Weißer Biotechnologie und erneuerbare Rohstoffe	2 V + 2S	5	eine schriftliche Prüfung und benotete Seminarbeiträge (Gewichtung Prüfung zu Seminar: 2 : 1)	LS BPT	siehe unten
PTM	Projektierungskurs „Technische Mikrobiologie“	5T	5	Präsentation des Prozesses (30 min, unbenotet) und eine mündl. Prüfung (20 min)	LS BPT	siehe unten
BP1	Bioreaktionstechnik	1V + 3Ü	5	mündliche Prüfung	LS BPT	siehe unten
BCS	Bio- und Chemosensorik Biosensorik Chemische Sensoren Praktikum Bio- und Chemosensorik	 2V 2V 1P	 (2) (2) (1)	Teilnahmebescheinigung für das Praktikum und eine mündl. Prüfung (30 min, Gewichtung 100 %)	LS FUMA	siehe unten
BWB	Biogene Werkstoffe und Biomaterialien Biomaterialien und natürliche Verbundwerkstoffe Biomaterialien Analytische Methoden in den Life Sciences	 1V 2V 1V + 1P	 (2) (3) (2)	Teilnahmebescheinigung für das Praktikum und eine schriftliche Prüfung (Gewichtung 100 %)	LS BioMat	siehe unten

Modul WBT: Weiße Biotechnologie und erneuerbare Rohstoffe

Verantwortliche Einheit	LS Bioprozesstechnik
Lernziele	<p>Vorlesung:</p> <p>Fundierte Kenntnisse in den nachfolgenden Bereichen als Grundlage für ein selbstständiges Arbeiten im Bioingenieursbereich</p> <p>Beiträge der Biotechnologie zur Bioökonomie</p> <p>Biologische Prozesse und Werkzeuge in der industriellen Produktion von Waren und Dienstleistungen</p> <p>Strategien zur Verlagerung der industriellen Rohstoffbasis von den fossilen hin zu den erneuerbaren Rohstoffen</p> <p>Seminar:</p> <p>Fähigkeit sich selbstständig in ein aktuelles Thema aus dem in der Vorlesung behandelten Bereich einzuarbeiten. Dabei steht weniger der Wissenserwerb im Vordergrund als vielmehr die Fähigkeit neueste Entwicklungen in die Basiskenntnisse zu integrieren und darauf aufbauend Lösungswege für derzeitige Herausforderungen vorzuschlagen und in der Gruppe zu diskutieren.</p>
Lerninhalte	<p>Biologische Prozesse und Werkzeuge in der industriellen Produktion von Waren und Dienstleistungen</p> <p>Verfahren und Einsatzgebiete der technischen Mikrobiologie, der industriellen Biotechnologie und der synthetischen Biologie</p> <p>Biosynthese (aerob/anaerob, Metabolismus Design)</p> <p>Biopolymere</p> <p>Beiträge zum Mix an erneuerbaren Energien</p>
Form der Wissensvermittlung	Vorlesung und begleitendes Seminar (2 SWS V, 2 SWS S. insgesamt 5 LP)
Vorkenntnisse	Grundlagen des Metabolismus
Teilnahmevoraussetzung	keine
Leistungsnachweise	<p>schriftliche Prüfung und benotete Seminarbeiträge</p> <p>Gewichtung Prüfung zu Seminar: 2 : 1</p>
zeitlicher Aufwand	<p>wöchentl. 2 h Vorlesung + 1h Vor-/Nachbereitung: 45 h</p> <p>2 h Seminar + 2 h Vorbereitung: 60 h</p> <p>Vorbereitung auf die Klausur: 45 h; Summe: 150 h</p>
ECTS-Leistungspunkte	5
Angebotshäufigkeit	jährlich

Modul PTM: Projektierungskurs „Technische Mikrobiologie“

Verantwortliche Einheit	LS Bioprozesstechnik
Lernziele	Grundlagen der selbstständigen Projektplanung, Schulung der Fähigkeiten zur Präsentation und Diskussion wissenschaftlicher Zusammenhänge und Ergebnisse, Arbeiten im Team
Lerninhalte	Im Rahmen des Projektierungskurses planen die Studierenden in einer kleinen Gruppe (2- 4 Personen) einen industriellen mikrobiologischen Produktionsprozess. In regelmäßigen Abständen finden Tutorien mit dem modulerantwortlichen Dozenten statt, bei denen Fortschritte, Arbeitshypothesen oder Alternativen diskutiert werden.
Form der Wissensvermittlung	Tutorien und selbstständige Recherchen
Vorkenntnisse	Inhalte aus den Vorlesungen Biotechnologie, Bioverfahrenstechnik, weiße Biotechnologie
Teilnahmevoraussetzung	keine
Leistungsnachweise	Präsentation des erarbeiteten Prozesses (30 min, unbenotet) und mündliche Prüfung (20 min)
zeitlicher Aufwand	wöchentl. 1 h Tutorium + 8 h Vor-/Nachbereitung: 135 h Vorbereitung des Vortrags: 15 h; Summe 150 h
ECTS-Leistungspunkte	5
Angebotshäufigkeit	jährlich

Modul BP1: Bioreaktionstechnik

Verantwortliche Einheit	LS Bioprozesstechnik
Lernziele	Sicherer Umgang mit und zielgerichtete Anwendung von den Grundlagen der Bioreaktionstechnik (Formalkinetiken, Reaktortypen, Prozessführung) Etablierung ausreichender verfahrenstechnischer Kenntnisse zum Einsatz von Bioreaktoren und deren Charakterisierung
Lerninhalte	-Formalkinetik des Zellwachstums, des Substratverbrauchs und der Produktbildung in idealisierten Reaktoren - Betriebsweise von Bioreaktoren - Submers- und Oberflächenkulturen - Prozessführung und Reaktoren für die Biokatalyse (Enzyme) - Prozesse und Produktion im Zufütterungsbetrieb (Fed batch) - Reaktoren für anaerobe Prozesse - Messtechnik zur Reaktorcharakterisierung - Anwendung von Bilanzen zur Abschätzung der biologischen Modellparameter
Form der Wissensvermittlung	Vorlesung und begleitende Übungen (Anwesenheitspflicht, keine Benotung) (1 SWS V, 3 SWS Ü, insgesamt 5 LP)
Vorkenntnisse	Grundkenntnisse der chemischen Kinetik, der idealisierten Reaktortypen der chemischen Verfahrenstechnik, Massenbilanzen für STR, CSTR, PFR
Teilnahmevoraussetzung	keine
Leistungsnachweise	mündliche Prüfung (30 min)
zeitlicher Aufwand	wöchentl. 1 h Vorlesung + 2 h Vor-/Nachbereitung: 45 h 2 h begleitende Übung + 3 h Vorbereitung: 75 h Vorbereitung auf die Klausur: 30 h; Summe 150 h
ECTS-Leistungspunkte	5
Angebotshäufigkeit	jährlich

Modul BWB: Biogene Werkstoffe und Biomaterialien

Verantwortliche Einheit	LS Biomaterialien
Lernziele	<p>BWB1: Vertiefung der Kenntnisse über natürliche Makromoleküle und Biopolymere und deren Assemblierung; Erwerb eines umfassenden Überblicks über Konstruktionsprinzipien der Natur als Vorlage für biomimetische technische Anwendungen; Erwerb einer systematischen Methodenkompetenz zur Analyse und Verarbeitung sowie Kommunikation von interdisziplinären Wissenschaftsaspekten in Theorie und Praxis; Erwerb einer Entscheidungskompetenz bzgl. möglicher technischer Anwendungen.</p> <p>BWB2: Vertiefung der Kenntnisse über Werkstoffklassen-übergreifende Materialkunde; Kenntnisse der Eigenschaften von Biomaterialien und deren Verarbeitung; Erwerb einer Entscheidungskompetenz bzgl. möglicher technischer Anwendungen; Vertiefung von Kenntnissen aktueller Biomaterial-Forschung; Erwerb von Kompetenzen in Recherche und Bewertung von relevanter Literatur; Fähigkeit, sich in relevante Themenbereiche einzuarbeiten, diese zu erfassen sowie gewonnene Erkenntnisse zu präsentieren.</p> <p>BWB3: Methodenkompetenz in der Anwendung moderner Analyseverfahren in den Life Sciences, der Produktentwicklung und der Qualitätskontrolle; Verständnis der Anwendungsbereiche und der Aussagefähigkeit der unterschiedlichen analytischen Methoden.</p>
Lerninhalte	<p>BWB1: werkstoffklassen-übergreifende Materialkunde, natürliche Makromoleküle, Biopolymere und Verbundwerkstoffe, Hybridmaterialien; Konstruktionsprinzipien der Natur als Vorlage für biomimetische technische Anwendungen.</p> <p>BWB2: Eigenschaften von Biomaterialien und Biomineralisationsprozessen, Konzepte für die Entwicklung neuer Biomaterialien; Anwendungen in der Pharmakologie/Medizintechnik; Einblicke in das Verhalten von Zellen auf Materialien und die Geweberegeneration; Konzepte zum Wirkstofftransport in einem Organismus und zur stationären Wirkstoffbehandlung; Regeneration von Gewebe und chirurgische Möglichkeiten bei der Knochen, Bänder- und Sehnen-Regeneration.</p> <p>BWB3: spektroskopische, chromatographische, mikroskopische und mechanische Methoden der Charakterisierung von Verbindungen, Materialien und Organismen; theoretische und apparative Grundlagen der Messverfahren; Daten-Erfassung, -Auswertung, -Analyse und -Interpretation.</p>
Form der Wissensvermittlung	<p>BWB1: Vorlesung „Biokomponenten u. natürl. Verbundwerkstoffe“ (1 SWS, 2 LP)</p> <p>BWB2: Vorlesung „Biomaterialien“ (2 SWS, 3 LP)</p> <p>BWB3: Vorlesung und begleitendes Praktikum „Analytische Methoden in den Life Sciences“ und Praktikum (1 SWS V, 1 SWS P, insgesamt 2 LP)</p>
Vorkenntnisse	universitäre Veranstaltungen: einem universitären BSc entsprechende naturwissenschaftlich-mathematische und verfahrenstechnische Grundlagen
Teilnahmevoraussetzung	fortgeschrittene Studierfähigkeit
Leistungsnachweise	Teilnahmebescheinigung (Praktikum) und schriftl. Prüfung (Gewichtung 100 %)
zeitlicher Aufwand	<p>BWB1: wöchentlich 1 h Vorlesung plus 1 h Vor- und Nachbereitung = 30 h</p> <p>BWB2: wöchentlich 2 h Vorlesung plus 2 h Vor- und Nachbereitung = 60 h</p> <p>BWB3: wöchentlich 1 h Vorlesung plus 0,5 h Vor- und Nachbereitung; 1 h Praktikum plus 0,5 h Vor- und Nacharbeitung = 45 h</p> <p>Prüfungsvorbereitung: insgesamt: 45 h</p>
ECTS-Leistungspunkte	7 (2 (BWB1) + 3 (BWB2) + 2 (BWB3))
Angebotshäufigkeit	jährlich

Modul BCS: Bio- und Chemosensorik

Verantwortliche Einheit	Lehrstuhl für Funktionsmaterialien
Lernziele	Kenntnisse über verschiedene (bio)-chemische Sensoren für flüssige und gasförmige Proben. Verständnis der Grundlagen und Messprinzipien dieser Sensoren; Fähigkeit, Kenngrößen von entsprechenden Sensoren einordnen und diese für vorgesehene Einsatzfelder auswählen und beurteilen zu können.
Lerninhalte	Physikalisch-chemische Grundlagen von Sensoren für (bio)-chemische Inhaltsstoffe in flüssigen und gasförmigen Proben; Aufbau, Funktions- und Messprinzipien der verwendeten Sensoren; Einsatzfelder, Kenngrößen und anwendungsbezogene Aspekte der besprochenen Sensoren.
Form der Wissensvermittlung	Vorlesung „Biosensorik“ (2 SWS, 2 LP), Vorlesung „Chemische Sensoren“ (2 SWS, 2 LP), Praktikum „Bio- und Chemosensorik“ (1 SWS, 1 LP)
Vorkenntnisse	Fortgeschrittene Studierfähigkeit erworben in einem natur- oder ingenieurwissenschaftlichen Bachelor Studiengang
Teilnahmevoraussetzung	keine
Leistungsnachweise	Portfolioprüfung aus a) Teilnahmebescheinigung für das Praktikum und b) einer mündlichen Prüfung (30 min, Gewichtung 100 %)
Zeitlicher Aufwand	wöchentlich 2 h + 2 h Vorlesung + Vor-/Nachbereitung: 90 h Praktikum 15 h + Vorbereitung/Protokolle 15 h: 30 h Vorbereitung auf die Klausur: 30 h; Summe 150 h
ECTS-Leistungspunkte	5
Angebotshäufigkeit	jährlich

Bereich V: Modellbildung, Messtechnik und Datenanalyse

26 LP

Modul	Bezeichnung	SWS	LP	Modulprüfung	Verantwortlich	Modul- beschreibung
SD	Simulation und Datenanalyse		5	mündliche Prüfung (30 min.)	LS FUMA	Master MatWerk
	Numerische Modellierung gekoppelter physikalischer Prozesse	1V+1Ü	(2)			
	Rechnergestützte Analyse und Auswertung wissenschaftlich-technischer Daten	1Ü	(1)			
	Einführung in die numerische Behandlung ingenieurtechnischer Anwendungen	1V+1Ü	(2)			
MCR	Modellierung chemischer Reaktoren	2V+2Ü	6	schriftliche Prüfung	LS CVT	siehe unten
MSES	Modellbildung und Simulation elektrochemischer Speicher	2V + 2P	5	wissenschaftliche Abschlussdokumentation (Gewichtung 50 %) und mündliche Prüfung (30 min, Gewichtung 50 %)	LS EES	Master MatWerk
SAP	Simulation und Analyse energietechnischer Prozesse	5P	5	Projektbericht (75%) mit mündl. Ergebnispräsentation (25%)	LS TTT	Master Energietechnik
PD	Produktion und Digitalisierung	2V+2Ü	5	schriftliche Prüfung	LS LUP	Master Maschinenbau

Modul MCR: Modellierung chemischer Reaktoren

Verantwortliche Einheit	LS Chemische Verfahrenstechnik
Lernziele	Vertiefung der Kenntnisse der Reaktionstechnik. Fähigkeit zur quantitativen Behandlung und Auslegung von Reaktoren mit numerischen Methoden. Qualifizierter Umgang mit Rechnerprogrammen zur Lösung von Differentialgleichungen. Fähigkeit zum selbständigen Arbeiten, Problemlösungsfähigkeit, analytische Fähigkeiten
Lerninhalte	Stoff- und Energiebilanzen chemischer Reaktoren; Dispersion und Vermischung; numerische Lösung der Differentialgleichungen zur Beschreibung des Reaktorverhaltens; Stabilität und Dynamik von Reaktoren; ideales und reales Reaktorverhalten; homogene und heterogene Reaktionskinetik; chemische Thermodynamik
Form der Wissensvermittlung	Vorlesung und Übung (2 SWS V, 2 SWS Ü, insgesamt 6 LP)
Vorkenntnisse	universitäre Veranstaltungen: einem universitären BSc entsprechende naturwissenschaftlich-mathematische und verfahrenstechnische Grundlagen
Teilnahmevoraussetzung	fortgeschrittene Studierfähigkeit
Leistungsnachweise	schriftliche Prüfung
zeitlicher Aufwand	wöchentl. 2 h Vorlesung + 2h Vor-/Nachbereitung: 60 h wöchentl. 2 h Übung + 2h Vor-/Nachbereitung: 60 h Vorbereitung auf die Klausur: 60 h Summe: 180 h
ECTS-Leistungspunkte	6
Angebotshäufigkeit	jährlich

Summe der ingenieurwissenschaftlichen Wahlmodule: 133 LP

Geowissenschaftl. Vertiefung (Wahlpflichtmodule, mindestens 20 LP)

Modul	Bezeichnung	SWS	LP	Modulprüfung	Verantwortlich	Modulbeschreibung
UPT7	Soil Physics Soil Physics Exercises in Soil Physics	2V + 2Ü	5	benotete mündliche Prüfung	Bodenphysik	Master Geoökologie
ÖLD3	Aktuelle Fragen des Globalen Wandels Aktuelle Fragen des Globalen Wandels Methods in climate data analyses	2Ü 2Ü	5	unbenoteter Bericht benoteter Bericht	Klimatologie	Master Geoökologie
ÖLD4	Ecological Climatology Seminar Ecological Climatology Übung Ecol. Climatology	2S 2Ü	5	benoteter Bericht unbenoteter Bericht	Klimatologie	Master Geoökologie
UPT1	Introduction to Micrometeorology Introduction to Micrometeorology Numerical lab to introd. to micrometeorology	2V 1S+Ü	5	benotete mündliche Prüfung	Mikrometeorologie	Master Geoökologie
UPT3	Experimental Micrometeorology field course	4E	5	benoteter Bericht	Mikrometeorologie	Master Geoökologie
WV07	Praktische Meteorologie Angewandte Meteorologie Meteorol. Grundlagen erneuerbarer Energien	1 V 2V/Ü/E	5	Klausur 60 min benoteter Bericht	Mikrometeorologie	Bachelor Geoökologie
BGCP2	Atmospheric Chemistry Fundamentals Atmospheric Chemistry I Atmospheric Chemistry II	2V 2V	5	benotete Klausur benoteter Bericht u. Präsentation	Atmosphärenchemie	Master Geoökologie
MUI3	Ecosystem Services and Biodiversity Ecosystem Services Current Research in Ecosystem Services and Biodiversity	2V 2S	5	benotete Klausur	Ecological Services	Master Geoökologie

BGCP5	Soil organic matter and greenhouse gases		5	benotete Klausur	Bodenökologie	Master Geoökologie
	Soil organic matter and greenhouse gases I	2V				
	Soil organic matter and greenhouse gases II	2V				
W4	Städte und Regionen in der Transformation zur Nachhaltigkeit (S)		10		Stadt- und Regionalentwicklung	Master Humangeographie
	Sustainability Transition - aktuelle Aspekte der geographischen Transformationsforschung	2S		schriftliche und mündliche Präsentation		
	Regionale Pfade zur Nachhaltigkeit (ggf. 2 Geländetage)	2Ü		benoteter Bericht		
UPT11	Mathematische Modelle in der Hydrologie		5	Übungsaufgaben und Abschlussbericht	Hydrologie	Master Geoökologie
	Mathematische Modelle in der Hydrologie	2V				
	Übung zu Mathematische Modelle in der Hydrologie	2Ü				
WVo6	Zeitreihenanalyse		5	benotete Präsentation und Bericht	Ökologische Modellbildung	Master Geoökologie
	Zeitreihenanalyse (Time Series Analysis)	1V+1Ü				
	Praktikum zur Zeitreihenanalyse (Time Series Analysis)	3P				
ÖLD7	Natural Risks and Hazards in Ecology		5		Störungsökologie	Master Geoökologie
	Natural Risks and Hazards	1V+1Ü		benotete Präsentation		
	Geomorphological Hazards	1V+1S		benoteter Bericht		

Summe der geowissenschaftlichen Wahlmodule: 65 LP

Modul ÜKE: Überfachliche Kompetenzerweiterung¹

Verantwortliche Einheit	die jeweiligen Dozenten der Rechts- und Wirtschaftswissenschaften, der Sprach- und Literaturwissenschaften, der Kulturwissenschaften und der Naturwissenschaften
Lernziele	individuelle Horzonterweiterung, Erwerb berufsfeldrelevanter außerfachlicher Kompetenzen, die zuvor nicht in ausreichendem Maße vorhanden waren.
Lerninhalte	Die Studierenden wählen individuell Module aus einer regelmäßig aktualisierten Liste aus; die Module behandeln überfachliche Themen, etwa aus den Bereichen Betriebswirtschaftslehre, Recht, Gesellschaftswissenschaften oder Sprachen.
Form der Wissensvermittlung	siehe Einzelankündigung des jeweiligen Faches
Vorkenntnisse	siehe Einzelankündigung des jeweiligen Faches
Teilnahmevoraussetzung	siehe Einzelankündigung des jeweiligen Faches
Leistungsnachweise	siehe Einzelankündigung des jeweiligen Faches
zeitlicher Aufwand	insgesamt 30 Stunden
ECTS-Leistungspunkte	10
Angebotshäufigkeit	jährlich

¹ Alle Fächer können einer regelmäßig aktualisierten Liste „Überfachliche Kompetenzerweiterung (extrafakultärer Teil)“, die für alle ingenieurwissenschaftlichen Masterstudiengänge der Fakultät für Ingenieurwissenschaften der UBT gilt, entnommen werden. Eine Ausnahme bildet das Modul „Kultur und Technik in Afrika“, das in dieser Liste aufgrund des Umfangs von 10 LP nicht enthalten ist. Es besteht aus der Vorlesung „Einführung in die Ethnologie“ (2 SWS, 4 LP), dem Seminar „Kultur und Technik in Afrika“ (2 SWS, 3 LP) und dem Seminar „Energiekrise/wandel in Afrika“ oder „NaturenKulturen“ (2 SWS, 3 LP). Nähere Informationen zu diesen Modulveranstaltungen können den entsprechenden Unterlagen zum Bachelorstudiengang „Kultur und Gesellschaft Afrikas“ entnommen werden. Studierende des Masterstudiengangs URT, die studienbegleitend das Zusatzstudium Umweltrecht absolvieren, können sich im Modul ÜKE keine Fächer dieses Zusatzstudiums anrechnen lassen.