



**Westfälische
Hochschule**

Gelsenkirchen Bocholt Recklinghausen

Fachbereich 8 – Ingenieur- und Naturwissenschaften
am Standort Recklinghausen

Studiengang- und Modulhandbuch

Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc.

der

Lehreinheiten Chemie und Molekulare Biologie

Erste Version am 03.05.2021

1. überarbeitete Version (Stand: 27.09.2023)

Gültig für den Bachelorstudiengang (gemäß BPO 2021 - jeweils in der aktuellen Satzung)

Inhaltsverzeichnis

Liste der Pflicht-Module	4
Liste der Wahlpflicht-Module.....	5
Präambel.....	7
Pflichtmodule des 1. Studienjahres.....	8
Biologie und Nachhaltigkeit.....	8
Nachhaltige Rohstoffe und Prozesse.....	10
Mikrobiologie	12
Allgemeine Chemie.....	14
Labordatenmanagement.....	16
Physik.....	18
Mathematik für Naturwissenschaften 1.....	20
Mathematik für Naturwissenschaften 2.....	21
Sensorik, Messen und Regeln.....	23
Pflichtmodule des 2. Studienjahres.....	25
Englisch für Naturwissenschaften	25
Physikalische Chemie.....	27
Biophysikalische Chemie (PC1).....	29
Physikalische Chemie 2 (PC2)	32
Organische Chemie.....	34
Anorganische Chemie 1	36
Chemische Analytik	37
Instrumentelle Analytik	39
Biochemie	41
Verfahrenstechnik und Nachhaltigkeit.....	43
Schwerpunktmodul: Molekulargenetik oder Laborpraxis Werkstoffe.....	45
Molekulargenetik	46
Laborpraxis Werkstoffe	48
Module des 5. Semesters	50
Wahlpflichtkatalog I.....	50
Enzymologie und Katalyse.....	50
Fermentationsprozesse	52
Angewandte und Umweltmikrobiologie	55
Nachhaltige Biotechnologie.....	57
Nachhaltiger Pflanzenschutz und Bioremediation	59
Bioanalytik	61
Biomaterialien und Tissue Engineering	63

Umweltanalytik	65
Hochauflösende Massenspektrometrie	67
Chromatografische Trennmethode und Automatisierung.....	69
Toxikologie und Pharmakologie	71
Nachhaltige Umwelttechnologie.....	73
Life Cycle Assessment.....	75
Laborpraxis und Projektmanagement Nachhaltige Biotechnologie.....	76
Sondergebiete Nachhaltige Biotechnologie	78
Nachhaltige Chemie.....	79
Technische Chemie.....	80
Chemische Verfahren	82
Mikroreaktionstechnik	84
Laborpraxis und Projektmanagement Green Chemistry und chemische Prozesse	86
Sondergebiete Green Chemistry und Chemische Prozesse	88
Nachhaltige Werkstoffe.....	89
Polymere.....	91
Elektrochemie.....	93
Surface Chemistry.....	95
Werkstofftechnologien.....	97
Laborpraxis und Projektmanagement Neue Materialien.....	99
Sondergebiete Neue Materialien	101
Wahlpflichtkatalog 2.....	102
Bioethik.....	102
Science Club.....	104
Evolutions- und Wissenschaftstheorie	105
National Model United Nations und Debating.....	107
Informationsbeschaffung und Datenbankrecherche	109
Managementmethoden	110
Grundlagen des Qualitätsmanagements.....	112
Statistische Methoden des Qualitätsmanagements	114
Arbeitssicherheit und Umwelthygiene.....	116
Module des 6. Semesters	118
Praxisphase.....	118
Praxisphasen-Seminar	120
Bachelorarbeit	121

Liste der Pflicht-Module

Pflichtmodule des 1. Studienjahres

Modul	Titel des Moduls
BON	Biologie und Nachhaltigkeit
NRP	Nachhaltige Rohstoffe und Prozesse
MIB	Mikrobiologie
ACH	Allgemeine Chemie
LDM	Labordatenmanagement
PHC	Physik
MN1	Mathematik für Naturwissenschaften 1
MN2	Mathematik für Naturwissenschaften 2
SMR	Sensorik, Messen und Regeln

Pflichtmodule des 2. Studienjahres

Modul	Titel des Moduls
TE	Englisch für Naturwissenschaften
PC1	Physikalische Chemie
PC2	Biophysikalische Chemie
	Physikalisch Technische Chemie
OC	Organische Chemie
AC	Anorganische Chemie
CA	Chemische Analytik
IA1	Instrumentelle Analytik
BC	Biochemie
GVT	Verfahrenstechnik und Nachhaltigkeit
MB2	Schwerpunktmodul:
LPW	Molekulargenetik oder Laborpraxis Werkstoffe

Pflichtmodule des 3. Studienjahres

Modul	Titel des Moduls
PPT	Praxisphase
PST	Praxisphasen-Seminar
BAT	Bachelorarbeit

Liste der Wahlpflicht-Module

Wahlpflichtkatalog I (3. Studienjahr) sortiert nach

Studienschwerpunkten Schwerpunkt Nachhaltige Biotechnologie

Modul	Titel des Moduls
EZK	Enzymologie und Katalyse
FP	Fermentationsprozesse
ACM	Angewandte- und Umweltmikrobiologie
NBT	Nachhaltige Biotechnologie
NBP	Nachhaltiger Pflanzenschutz und Bioremediation
BAN	Bioanalytik
BMT	Biomaterialien und Tissue Engineering
UWA	Umweltanalytik
TXP	Toxikologie und Pharmakologie
LCA	Life Cycle Assessment
LPB	Laborpraxis und Projektmanagement Biotechnologie
SGB	Sondergebiete Nachhaltige Biotechnologie

Schwerpunkt Green Chemistry und Chemische Prozesse

Modul	Titel des Moduls
UWA	Umweltanalytik
HRMS	Hochauflösende Massenspektrometrie
CTA	Chromatografische Trennmethode und Automatisierung (CTA)
TXP	Toxikologie und Pharmakologie
NUT	Nachhaltige Umwelttechnologie
LCA	Life Cycle Assessment
NC	Nachhaltige Chemie
TC	Technische Chemie
CV	Chemische Verfahren
MRT	Mikroreaktionstechnik
NAW	Nachhaltige Werkstoffe
POM	Polymere
LPC	Laborpraxis und Projektmanagement Green Chemistry und chemische Prozesse
SGC	Sondergebiete Green Chemistry und Chemische Prozesse

Schwerpunkt Neue Materialien

Modul	Titel des Moduls
NAW	Nachhaltige Werkstoffe
POM	Polymere
EC	Elektrochemie
BMT	Biomaterialien und Tissue Engineering
SC	Surface Chemistry
WST	Werkstofftechnologien
LCA	Life Cycle Assessment
LPN	Laborpraxis und Projektmanagement Neue Materialien
SGN	Sondergebiete Neue Materialien

Wahlpflichtkatalog II (3. Studienjahr)

Modul	Titel des Moduls
BEK	Bioethik
SCL	Science Club
EWT	Evolutions- und Wissenschaftstheorie
UND	National Model United Nations and Debating
IDC	Informationsbeschaffung und Datenbankrecherche
MM	Managementmethoden
GQM	Grundlagen des Qualitätsmanagements
SQM	Statistische Methoden des Qualitätsmanagements
ASG	Arbeitssicherheit und Umwelthygiene

Präambel

Die im Modulhandbuch beschriebenen Lehrveranstaltungen werden in unterschiedlichen Lehrveranstaltungsformen angeboten. Diese Lehrveranstaltungsformen sind mit bestimmten Gruppengrößen bzw. Teilnehmerzahlen verbunden, die in nachfolgender Tabelle angegeben sind:

Lehrveranstaltungsform	Maximale Teilnehmerzahl
Vorlesung	120
Übungen	25
Seminar	25
Praktikum	12

Abweichungen von den angegebenen Prüfungsmodalitäten werden gemäß §15 (2) der Rahmenprüfungsordnung für Bachelorstudiengänge vom 23.12.2015, veröffentlicht in den Amtlichen Mitteilungen Nr. 1/2016 der Westfälischen Hochschule vom 04.01.2016, S. 2 ff., geändert durch die Erste Satzung zur Änderung der Rahmenprüfungsordnung für Bachelorstudiengänge vom 25.1.2017, veröffentlicht in den Amtlichen Mitteilungen Nr. 2/2017 der Westfälischen Hochschule vom 2.2.2017, S. 20 ff., sowie durch die Zweite Satzung zur Änderung der Rahmenprüfungsordnung für Bachelorstudiengänge vom 22.11.2017, veröffentlicht in den Amtlichen Mitteilungen Nr. 23/2017 der Westfälischen Hochschule vom 20.12.2017, S. 435 ff. sowie durch die Dritte Satzung zur Änderung der Rahmenprüfungsordnung für Bachelorstudiengänge vom 25.03.2020, veröffentlicht in den Amtlichen Mitteilungen Nr. 9/2020 der Westfälischen Hochschule vom 30.03.2020 jeweils in den ersten vier Vorlesungswochen eines Semesters bekannt gegeben.

Pflichtmodule des 1. Studienjahres

Modulbezeichnung:	Biologie und Nachhaltigkeit
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>BON</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>1. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Desiree Jakobs-Schönwandt</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Desiree Jakobs-Schönwandt</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc.(NBCT) Pflicht-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/ 2 SWS Übung/ 1 SWS Praktikum mit Seminar/ 2 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 75 h Präsenz- und 105 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte (ECTS):	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	-
Empfohlene Voraussetzungen:	-
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Fachkompetenz: <i>Die Studierenden gewinnen Grundkenntnisse über die generellen Grundlagen des Lebens und den Aufbau verschiedener Zellen wie Einzeller oder Pflanzenzellen. Außerdem erlangen Sie das Basiswissen über Makromoleküle als Grundbausteine der Biomasse, sowie die grundlegenden Stoffwechsellösungen, um diese auf- und abzubauen. Die Studierenden erlangen zudem ein Grundverständnis um die Auswirkungen des Klimawandels, wie Trockenheit oder Starkregenereignisse, auf die biologische Vielfalt und Ökosysteme einschätzen und bewerten zu können. Sie erwerben so die Fähigkeiten einen Zusammenhang zwischen Evolution, Biodiversität, Klimawandel und biologischer Anpassungsprozesse herzuleiten und Vorschläge zu erarbeiten, um die Auswirkungen des Klimawandels zu reduzieren.</i></p> <p>Methodenkompetenz: <i>Außerdem erlernen sie die praktische Anwendung grundlegender Methoden, wie beispielsweise biologische Proben mit Lichtmikroskopen zu untersuchen und dabei grundlegende Kontrastmethoden sowie Färbetechniken anzuwenden, oder die quantitative Untersuchung von Proteinen. Zudem erarbeiten Sie aber auch neue Methoden zur stofflichen Verwertung nachwachsender Rohstoffe.</i></p>

<p>Inhalt:</p>	<p><u>Vorlesung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen des Lebens • Makromoleküle (Kohlenhydrate, Nukleinsäuren, Proteine, Lipide) • Bioenergetik (Glycolyse, Citratzyklus, Atmung, Gärung, A. Atmung inkl. <i>Primärproduktion von Biomasse</i>) • Zellaufbau (Prokaryonten, Eukaryonten, Viren inkl. Struktur und Funktion von Organellen und Membranen, <i>Zellteilung, Zellzyklus</i>) • Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosysteme und biologische Vielfalt • <i>Evolution, Selektion, biologische Anpassungsprozesse, biologische Reaktionen auf Temperaturveränderungen und Hitzestress</i> <p><i>Ausgewählte, nachhaltige biologische Prozesse (Algenbiotechnologie, Biogasproduktion, Bioraffinerien, Kreislaufsysteme, Nachhaltige Produktion von Kunststoffen)</i></p> <p><u>Praktikum:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Lichtmikroskopie (Funktion und Handhabung) zur Untersuchung verschiedener Präparate, Umgang mit der Thoma-Kammer zur Zellzahlbestimmung)</i> • <i>Herstellung von biologisch abbaubaren Folien</i> • <i>Kolorimetrische Proteinbestimmung</i> <p><u>Seminar:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Stoffvertiefung (Makromoleküle, Bioenergetik, Nachhaltigkeit für biologische Prozesse)</i> • <i>Theorie der Lichtmikroskope: physikalische Grundlagen Auflicht, Durchlicht, Hellfeld, Dunkelfeld, Auflösung, Kontrast, Färbemethoden, Köhler'sche Beleuchtung ...</i> • <i>Probenpräparation (Zellpräparate, Pflanzenschnitte, Gram Färbung, etc.)</i>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p>	<p><u>Klausur:</u> 90 min; <i>erfolgreiche Teilnahme am Praktikum</i> <u>Modulnote:</u> Klausur: 100%</p>
<p>Medienformen:</p>	<p><i>Interaktive Vorlesungen mit Videosequenzen, Workshops, bespre-chen von Übungsfragen; Praktikum in Kleingruppen</i></p>
<p>Literatur:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Markl, J., et al.,: Purves Biologie, 10. Auflage 2019 ISBN: 366258171X, Springer Verlag</i> • <i>Madigan, M., et al.,: Brock Mikrobiologie, 15. Auflage 2020; Pearson Studium Verlag ISBN 978-3-86894-367-2</i> • <i>Stryer Biochemie, Berg, Tymoczko et al., 8. Auflage 2017, Sprin-ger Verlag</i> • <i>- Mulisch, M., Welsch, U., Romeis- Mikroskopische Technik, 19. Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2015, ISBN 978-3-642-55189-5</i>

Modulbezeichnung:	Nachhaltige Rohstoffe und Prozesse
ggf. Modulniveau	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel	<i>NRP</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>1. Studiensemester / ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Daniel Kadzimirsz</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Daniel Kadzimirsz, Prof. Dr. Rainer Ostermann</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum	<i>Nachhaltige Biologische und Chemische Technologien B.Sc.(NBCT) Pflicht-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/ 2 SWS Übung/ 1 SWS Praktikum/ 1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>-</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden kennen unterschiedliche Wertschöpfungsketten und können biobasierte mit petrochemischen vergleichen und im Kontext der zirkulären Wirtschaft einordnen. Sie haben die Möglichkeiten der Bioenergiegewinnung und die Prinzipien der weißen Biotechnologie an Beispielen erarbeitet und können diese den klassischen Petrochemischen Ansätzen gegenüberstellend diskutieren. Das Grundlegende vorgehen zum Arbeiten im verfahrenstechnischen Labor ist an Beispielen erlernt.</i>
Inhalt:	<i>- Einführung in Grundlagen der Verfahrenstechnik (Units Operations, Wärme- und Stofftransport, Reaktionstechnik, Aufbau von chemischen Verfahren und Wertschöpfungsketten) - Konzepte der Industrie zur Steigerung ihrer Nachhaltigkeit und Umbau zur Zirkulär-Wirtschaft - Diskussion nachwachsender Rohstoff-Quellen und ihrer Bedeutung in den Wertschöpfungsketten von Petro-, Bau-, und industrieller Chemie - Bioenergiegewinnung: Biodiesel und Bioethanol sowie Gas, Power und Biomass to Liquid - weiße Biotechnologie von Bulk- und Fein-Chemikalien (Carbonsäuren und Hydroxy-Carbonsäuren, Aminosäuren) - Praktische Erfahrungen zu ausgewählten Grundoperationen im verfahrenstechnischen Labor (z. B. Destillation, Veresterung unter Kontrolle des Wasseranfalls, Fällungspolymerisation)</i>

	<p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit:</u> Dieses Modul bildet den Einstieg in das Thema Nachhaltigkeit und Ressourcennutzung. Dabei wird anhand der Diskussion der Rohstoff- und Energiequellen, aber auch exemplarischer Prozesse gezeigt, wie der Status quo in der Industrie (insbesondere der Energie- und Chemiewirtschaft) ist und welche Herausforderungen und Chancen im Übergang zu nachhaltigen Wertschöpfungsketten bestehen.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten	<p>Bestandene und benotete Klausur von 90 min Schreibdauer oder bestandene mündliche Prüfung mit 30 min Fragenteil. Testierte Protokolle aller Versuche Über die konkrete Prüfungsform informiert der Lehrende innerhalb der ersten vier Wochen der Lehrveranstaltung.</p>
Medienformen:	<p>Tafel, Power-Point-Präsentation, Übungsblätter, persönliche praktische Anleitung, Laborgeräte</p>
Literatur:	<p>Eine Liste aktueller Fachliteratur und Online-Ressourcen wird den Studierenden zu Beginn der LV zur Verfügung gestellt.</p>

Modulbezeichnung:	Mikrobiologie
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>MIB</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>2. Semester/ ein Semester (NBCT) 4. Semester/ ein Semester (MoBio)</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Katrin Grammann</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Katrin Grammann</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Molekulare Biologie B.Sc.(MoBio) Pflicht-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2 SWS Übungen/1 SWS Praktikum/1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>Für Studierende NBCT: Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum: obligatorische Sicherheitsbelehrung Für Studierende der Molekularen Biologie: Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum ist die erfolgreiche Teilnahme am chemischen Einführungspraktikum (CEP) und eine obligatorische Sicherheitsbelehrung</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Grundlagen der Biologie</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierende sind in der Lage, Struktur und Aufbau von Bakterien, Archaeen, Viren und Pilzen zu beschreiben, besondere StoffwechsellLeistungen der Mikroorganismen, wie z.B. Gärung und anaerobe Atmung und anoxische Photosynthese zu erläutern und Stoffkreisläufe zu skizzieren. Sie können im Rahmen einfacher Arbeitsabläufe steril arbeiten, verschiedene Kultivierungstechniken und Animpftechniken, sowie Färbetechniken anwenden und sind in der Lage, Praktikumsergebnisse in Form eines Protokolls (Laborjournals) zu dokumentieren.</i>

<p>Inhalt</p>	<p><u>Vorlesung:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Morphologie, Zellaufbau und Systematik von Prokaryoten • Wachstum und Nährstoffansprüche • Sterilisations-, Konservierungs-, Kultivierungstechniken • Gärungsstoffwechsel • Energiestoffwechsel von Mikroorganismen • Rolle von Bakterien in Stoffkreisläufen und Nahrungsketten • Zentrale und spezielle Stoffwechselwege in Prokaryoten • Viren (Systematik, Aufbau, Retroviren, Vermehrungszyklus) • Pilze (Systematik und Morphologie, Endo- und Ektomykorrhiza) <p><u>Praktikum:</u> Anreicherung Endosporen-bildender Bakterien nach Pasteurisation, Isolation von fluoreszierenden Pseudomonaden aus Teichwasser, Anreicherung von Milchsäurebakterien in anaerober Kultur, Gramfärbung, Reinkulturgewinnung mit dem 13-Strich Verfahren, Aufzeichnung Wachstumskurve durch Verfolgung der optischen Dichte, Gesamtzellzahl- und Lebendzellzahlbestimmung, Lichtmikroskopie im Phasenkontrast und Hellfeld</p> <p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit (NBCT):</u> Für die Entwicklung biotechnologischer Prozesse ist ein Grundverständnis zur Vielfalt der Stoffwechselleistungen von Bakterien, wie sie in dieser Lehrveranstaltung vermittelt wird, von großer Bedeutung. Darüber hinaus geht es u.a. um Kohlenstoff- und Stickstoffkreislauf. Hier nehmen Mikroorganismen eine zentrale Rolle ein. Sie zeigen, wie in der Natur einzelne Moleküle umgesetzt werden, um sie für neue Synthesen zugänglich zu machen.</p>
<p>Studien- /Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</p>	<p>Klausur: 90 min; Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum Modulnote: Prüfungsteilleitungen: Klausur 85 %, Praktikum mit Protokoll in Form eines Laborjournals: 15 %</p>
<p>Medienformen:</p>	<p>Tafel, Powerpoint-Präsentation, Quiz über Lernplattform Moodle, weitere digitale Medienformate</p>
<p>Literatur:</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Vorlesungsunterlagen - Fuchs, Allgemeine Mikrobiologie, 9. Auflage 2014, Thieme Verlag - Madigan, Bender, Buckley, Sattley, Stahl, Brock Mikrobiologie 15. Aktualisierte Auflage 2020, (Verlag Pearson Studium)

Modulbezeichnung:	Allgemeine Chemie	
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>	
ggf. Kürzel:	<i>CH: CH1 + CH2</i>	
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>1. Studienjahr/ zwei Semester</i>	
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Michael Veith</i>	
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Michael Veith</i>	
Sprache:	<i>Deutsch</i>	
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B. Sc. (NBCT) Molekulare Biologie B.Sc. (MolBio) Pflicht-Modul</i>	
Lehrform/SWS:	<i>1.Semester: Vorlesung/3 SWS Übungen/1 SWS</i>	<i>2.Semester: Praktikum mit Kolloquium/2 SWS Vorlesung/1 SWS Übungen/1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>360 h, davon 150 h Präsenz- und 210 h Eigenstudium</i>	
Kreditpunkte:	<i>12</i>	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum (CEP): Bestehen der Eingangsklausur nach dem 1. Semester und eine obligatorische Sicherheitsbelehrung</i>	
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Grundkenntnisse in Chemie (Sek.II)</i>	
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden haben ein grundlegendes Verständnis der Prinzipien und Methoden in der Chemie sowie der zugrundeliegenden Nomenklatur. Sie kennen die wichtigsten Basiskonzepte der Chemie und können sie anwenden. Sie können Stoffmengenberechnungen chemischer Umsetzungen sicher durchführen. Die Studierenden verfügen über Kenntnisse der allgemeinen Regeln und Gesetzmäßigkeiten des chemischen Verhaltens der verschiedenen Stoffe und ihrer Ursachen, sowie mögliche Auswirkungen auf Natur und Umwelt und können sie reproduzieren. Die Studierenden beherrschen die Grundkenntnisse der chemischen Laborpraxis. Sie können mit einfachen Laborgeräten arbeiten und wichtige physikalisch-chemische Trennmethode sicher anwenden. Dabei beherrschen sie einfache Analyseverfahren. Arbeitssicherheit wird als ständige Aufgabe und fester Bestandteil des Experimentierens im Labor verstanden; deren Prinzipien haben sie verinnerlicht. Darüber hinaus sind die Studierenden durch die Auseinandersetzung mit Themen aus den Bereichen Gesundheits- und Umweltschutz zu sicherheitsgerechtem Verhalten im Labor motiviert und sensibilisiert.</i>	

<p>Inhalt:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Stöchiometrie, Gasgesetze, Atommassenbestimmung</i> • <i>Radioaktivität, Atomkern, Atommodell und Periodensystem</i> • <i>Chemische Bindung – Bindungsarten</i> • <i>Struktur-Eigenschafts-Beziehungen, Sekundär-/Tertiärstrukturen Proteine, Festkörperchemie</i> • <i>Kinetik, Reaktionsgeschwindigkeit, Massenwirkungsgesetz, Thermochemie</i> • <i>Löslichkeitsprodukt, Säure-Base-Theorie, Titration, Puffersysteme</i> • <i>Redoxreaktionen, Spannungsreihe, Galvanische Zellen, Elektrolyse, Brennstoffzelle</i> • <i>Komplexchemie, Anionen- und Kationen/-Schwermetall- Nachweis</i> • <i>wichtige Verbindungen der organischen und anorganischen Chemie sowie ihre Bedeutung für Natur und Umwelt</i>
	<p><u>Chemisches Einführungspraktikum (CEP):</u> <i>Einführende Experimente zur Arbeitstechnik, Sicherheit und Sauberkeit; Trennmethode: Filtration, Zentrifuge, Fällung, Sublimation; Nernst'sche Verteilung, Destillation u.a. ; Versuche zum chemischen Gleichgewicht und Massenwirkungsgesetz; Säure/Base-Gleichgewichte, Titration, Puffer; ausgewählte Redoxreaktionen; Redoxtitration; Anionen- und Kationen/-Schwermetall- Nachweis-Reaktionen und Analysen; Spektralphotometrie; organische Reagenzien in der Analyse; Ligandenaustausch-Reaktion des Chlorophylls, starke und schwache Elektrolyte; nur für NBCT-Studierende: Wasserstoff: Elektrolyseur/Brennstoffzelle</i></p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</p>	<p><i>Eingangsklausur (1. Semester): 120 min</i> <i>Erfolgreiche Teilnahme am chemischen Einführungspraktikum CEP (unbenotet);</i> <i>Ausgangsklausur (2. Semester): 90 min</i> <u>Modulnote: Prüfungsteilleistungen:</u> <i>Eingangsklausur: 50%; Prüfungsvorleistungen Übungen 2 und CEP: 15%;</i> <i>Ausgangsklausur: 35%</i></p>
<p>Medienformen:</p>	<p><u>Vorlesungen</u> (Tafel, PowerPoint), <u>Übungen</u> im seminaristischen Unterricht, chemisches <u>Einführungspraktikum</u> in kleinen Gruppen</p>
<p>Literatur:</p>	<p><i>Riedel: Allgemeine und Anorganische Chemie (de Gruyter)</i> <i>Latscha, Klein: Allgemeine Chemie (Springer)</i> <i>Mortimer: Chemie (Thieme)</i> <i>Latscha, Kazmaier: Chemie für Biologen (Springer)</i></p>

Modulbezeichnung:	Labordatenmanagement
ggf. Modulniveau	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel	<i>LDM</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>1. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr.-Ing. Holger Frenz</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr.-Ing. Holger Frenz</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Chemie B.Sc. Pflicht-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung 2 SWS, Übung 2 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h davon 60 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>-</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden haben Kenntnisse über grundlegende Verfahren zur Messung physikalischer Größen. Sie kennen die grundlegenden Arbeitsmethoden bei der Erfassung und Verarbeitung von Messgrößen im naturwissenschaftlichen Umfeld. Sie haben den systematischen Aufbau der SI-Einheiten und der Rückführung von Ergebnissen auf nationale Normale erlernt. Sie kennen zugehörige statistische Verfahren zur Auswertung von Versuchsergebnissen. Sie kennen grundlegende Methoden des wissenschaftlichen Arbeitens und der Dokumentation und können sie anwenden (Protokolle, Kurzberichte).</i>
Inhalt:	<i>Einführung in das System physikalischer Messgrößen (SI-Einheiten). Grundsätze der Messtechnik. Verwendete Messverfahren und Geräte, Richtigkeit und Präzision (Genauigkeit) von Messergebnissen (40%) Verhalten im Laboratorium, Protokollierung von Versuchsaufbauten und Ergebnissen. Führen von Laborhandbüchern, Darstellung von Ergebnissen in Grafiken und Berichten. Statistische Methoden zur Auswertung und Bewertung von Messgrößen, Mittelwert, Standardabweichung, Vertrauensbereiche, Korrelationskoeffizienten, lineare Kalibrierfunktionen, systematische und zufällige Abweichungen, Grundlagen der Ermittlung der Messunsicherheit (25%) Zugehörige Software, insbesondere Excel, Übungen im PC-Pool. Vertiefte Behandlung der Messgrößen und Rückführung auf physikalische Größen (SI-Einheiten); Definition und Messen der Größen Länge, Volumen (Flüssigkeiten, Festkörper, Gase), Dichte, Temperatur, Gewicht, elektrische Größen (Spannung, Strom, Widerstand) (35%)</i>

	<i>Kommunikation, Präsentation und Visualisieren von Arbeitsergebnissen (Tafelarbeit, Flipchart, Mind Mapping)</i>
Studien-/Prüfungsleistungen / Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten	<i>Benotete Klausur (120 min) 100 % Prüfungsleistung</i>
Medienformen:	<i>Tafel, Power-Point-Präsentation, Übungsblätter, PC-Pool</i>
Literatur:	<i>Technische Mathematik und Datenauswertung für Laborberufe Europa-Nr. 71713, EUROPA Verlag 2018</i>

Modulbezeichnung:	Physik
ggf. Modulniveau	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel	<i>PhC</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>2. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Franziska Traeger</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr Franziska Traeger</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Chemie B.Sc. Pflicht-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/ 2 SWS Seminar/ 1 SWS Praktikum/ 1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Mathematik für Naturwissenschaften</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden kennen physikalische Größen und Konzepte aus den Gebieten Mechanik, Optik und Elektrizitätslehre der klassischen Physik. Sie wenden diese zur Lösung einfacher physikalischer Aufgabenstellungen qualitativ und quantitativ an. Sie sind in der Lage, diese physikalischen Grundlagen in angewandten Problemstellungen und selbst durchgeführten Experimenten zu erkennen, Lösungsstrategien zu entwickeln und auszuwerten. Sie verfügen über Abstraktionsvermögen, strukturieren Inhalte und leisten den Transfer zwischen textbasierten und mathematischen Formulierungen.</i>
Inhalt:	<i>Mechanik, Kinematik: Weg- Geschwindigkeits-, Beschleunigungs-Zeitgesetze, Überlagerung von Bewegungen Dynamik: Impuls, Kräfte, kinetische und potentielle Energie Elektrizitätslehre: Elektrisches und Magnetisches Feld, Kräfte auf Ladungen, Strom, Kapazitäten, Widerstände Optik: Lichtbrechung, Abbildungen an Linsen und Spiegeln</i>
	<i><u>Bezug zur Nachhaltigkeit:</u> In der Übung werden in Form von Ausblicken exemplarisch Aufgaben zu den Themen "ressourcenschonende katalytische Verfahren" und „funktionelle Materialien“ aus den Veranstaltungen Physikalische Chemie und Surface Chemistry vorgestellt, an denen die physikalischen Grundlagen besonders deutlich werden.</i>
Studien-/Prüfungsleistungen / Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten	<i>Benotete Klausur (120 min) 100 % Prüfungsleistung</i>

Medienformen:	<i>Tafel, Power-Point-Präsentation, Übungsblätter, Experimente</i>
Literatur:	<i>a) Harten, „Physik Einführung für Ingenieure und Naturwissenschaftler“, Springer-Verlag</i> <i>b) Tipler, „Physik“, Spektrum Akademischer Verlag</i> <i>c) Dobrinski, Krakau, Vogel, „Physik für Ingenieure“, Teubner-Verlag</i>

Modulbezeichnung:	Mathematik für Naturwissenschaften 1
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>MN1</i>
ggf. Untertitel:	<i>Grundlagen der Mathematik für Naturwissenschaften</i>
ggf. Lehrveranstaltungen:	
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>1. Semester/1 Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Rainer Ostermann</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Rainer Ostermann, Prof. Dr. Franziska Traeger</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Chemie B.Sc. Pflicht-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2 SWS, Übung/2 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>-</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden entwickeln die Kompetenz, mathematische Aufgabenstellungen im naturwissenschaftlichen Kontext zu lösen und hierzu die kennengelernten Rechenregeln der Mathematik anzuwenden. Die Studierenden können mit Vektoren und komplexen Zahlen rechnen, Gleichungen umstellen und lösen, Funktionen differenzieren und integrieren. Sie kennen die Eigenschaften elementarer Funktionen, den Grenzwertbegriff und Konzepte der Differential- und Integralrechnung. Die Studierenden verfügen über mathematisches Verständnis und grundlegende Fähigkeiten, die sie in den weiterführenden naturwissenschaftlichen Fächern benötigen.</i>
Inhalt:	<i>Vektorrechnung; Lineare Gleichungssysteme; Komplexe Zahlen; Funktionen; Funktionsklassen; Differentialrechnung; Taylorreihen; Näherungslösungen für nichtlineare Gleichungen; Integralrechnung Mathematik mit dem Computer/Smartphone und Anwendung in Naturwissenschaften und Chemie</i>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Benotete Klausur (120 min) 100 % Prüfungsleistung</i>
Medienformen:	<i>Tafel, CAS-Demonstrationen, Übungsblätter</i>
Literatur:	<i>Eine Liste aktueller Fachliteratur und Online-Ressourcen wird den Studierenden zu Beginn der LV zur Verfügung gestellt.</i>

Modulbezeichnung	Mathematik für Naturwissenschaften 2
ggf. Modulniveau	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel	<i>MN2</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>2. Studiensemester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Rainer Ostermann</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Rainer Ostermann, Prof. Dr. Franziska Traeger</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Chemie B.Sc. Pflicht-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/ 2 SWS Übungen/ 2 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenzzeit und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6 LP</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	-
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Grundkenntnisse in Mathematik im Umfang des Moduls Mathematik I</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden entwickeln die Kompetenz, fortgeschrittene mathematische Aufgabenstellungen im naturwissenschaftlichen Kontext zu lösen und hierzu die kennengelernten Rechenregeln der Mathematik anzuwenden. Die Studierenden können in einfachen Fällen mit (Taylor-) Reihen, Differenzialgleichungen, Funktionen mehrerer Veränderlicher, komplexen Zahlen sowie Matrizen und ihren Eigenwerten umgehen und die wichtigsten Konzepte der Linearen Algebra und der Numerischen Mathematik verstehen. Die Studierenden verstehen die mathematischen Grundlagen von Simulationen und Modellierungen, insbesondere auf Basis von Differenzialgleichungssystemen.</i>
Inhalt:	<i>Matrizen, Eigenwerte und Eigenvektoren Lineare Gleichungssysteme; Fourier-Reihen; Gewöhnliche Differentialgleichungen; Funktionen von mehreren Variablen; Differential- und Integralrechnung von Funktionen von mehreren Variablen; Ausgewählte Numerische Verfahren; Computer-Algebra-Systeme</i>
	<i><u>Bezug zur Nachhaltigkeit:</u> Die Anwendung der Mathematik bei Bilanzierungen, sowie die Möglichkeiten und Grenzen von mathematischen Modellen für Optimierung und Simulation werden anhand von aktuellen Beispielen, wie der material- und energiesparenden Auslegung von Bauteilen oder den Klimamodellen illustriert.</i>

Studien-/Prüfungsleistungen / Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten	<i>Benotete Klausur (120 min) 100 % Prüfungsleistung</i>
Medienformen:	<i>Tafel, CAS-Demonstrationen, Übungsblätter</i>
Literatur:	<i>Eine Liste aktueller Fachliteratur und Online-Ressourcen wird den Studierenden zu Beginn der LV zur Verfügung gestellt.</i>

Modulbezeichnung:	Sensorik, Messen und Regeln
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>SMR</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>2. Semester/ ein Semester (NBCT) 4. Semester / ein Semester (MolBio.)</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr.-Ing. Frank Eiden</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr.-Ing. Frank Eiden</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Pflicht- Modul Molekulare Biologie B. Sc. (MolBio) WPII-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesungen / 2 SWS Übungen/ 2 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 120 h Präsenz- und 60 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Grundlagen der Biologietechnologie</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierende sind in der Lage, mit Grundkenntnissen zur Wirkungsweise von technischen und nichttechnischen Regelkreisen eine Analyse- und Modellbildung von Regelstecken durchzuführen. Darüber hinaus können sie eine Auswahl und Dimensionierung von kontinuierlichen Reglern treffen und diese für eine vorgegebene Regelgröße anwenden. Mit Hilfe der Simulation eines geschlossenen Regelkreises können sie reale Anwendungen analysieren, verstehen und evaluieren.</i>
Inhalt:	<p><i>Grundlagen der Messtechnik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Begriffe, Struktur, Funktion von Regelungen</i> • <i>Signalflusspläne, Hysterese, PID-Regler</i> • <i>Regelkreise, Stetige bzw. unstetige Regler</i> • <i>Sensorik</i> • <i>Biosensoren</i> <p><i>Simulation von Bioprozessen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Methoden zur Bestimmung des kLa-Wertes</i> • <i>Prozesssimulation einer Batch-, Fed-Batch- und einer kontinuierlichen Fermentation</i> <p><i>Praktische Programmierung von Reglern:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Programmierung und Steuerung von Fermentern (Raspberry Pi, Arduino)</i>

	<p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit:</u> <i>Messen und Regeln sind der Schlüssel zum nachhaltigen Umgang mit Ressourcen. Moderne Sensorik leistet relevante Beiträge zum umweltgerechten und klugen Wirtschaften mit Energie. Nachhaltiger Umweltschutz kann entsprechend bewertet werden. Moderne Energiespartechnologien müssen verstanden und angewendet werden.</i></p>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten	<i>Benotete Klausur: 120 min = 100% Prüfungsleistung</i>
Medienformen:	<p><u>Seminaristischer Unterricht</u> (Tafel, Power-Point-Präsentation, digitale Elemente), Referate, Arbeit in Kleingruppen; Ergebnispräsentation durch die Studierenden (Tafel, Power-Point-Präsentation, digitale Elemente), <u>integrierte Übungen</u> Praktikum</p>
Literatur:	<i>Hass, Pörtner, Praxis der Bioprozesstechnik mit virtuellem Praktikum (Springer)</i>

Pflichtmodule des 2. Studienjahres

Modulbezeichnung:	Englisch für Naturwissenschaften
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>TE</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>3. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Dr. Petra Iking,</i>
Dozent(in):	<i>Dr. Thorsten Winkelrath</i>
Sprache:	<i>Englisch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Molekulare Biologie B.Sc. (MolBio) Chemie B.Sc. Nachhaltige biologisch und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Pflicht-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Seminar/ 4 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>Fortgeschrittene Englischkenntnisse, die der Hochschulzugangsberechtigung entsprechen</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>-</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden verfügen über berufsorientierte englischsprachige Diskurs- und Handlungskompetenz unter Einschluss (inter-) kultureller Elemente. Sie können die unter „Inhalt“ benannten Aspekte mündlich und/oder schriftlich umsetzen.</i>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Beschreibung technisch-naturwissenschaftlicher Abläufe und Verfahren</i> • <i>Versprachlichung von Formeln, Symbolen, technischen Zeichnungen und Diagrammen</i> • <i>Erschließen und Zusammenfassen wissenschaftlicher Texte Präsentation und Disputation wissenschaftlicher Themen</i> • <i>rezeptive und produktive Auseinandersetzung mit berufstypischen Kommunikationssituationen</i> <p><u><i>Bezug zur Nachhaltigkeit:</i></u> <i>In der Veranstaltung werden englischsprachige Diskurs- und Handlungskompetenz auch durch wissenschaftlichen Texte und Diskussionen aus dem Themengebiet "sustainability" vermittelt.</i></p>

Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Benotete Klausur (120 min) = 100 % Prüfungsleistung</i>
Medienformen:	<i><u>seminaristische Veranstaltung im Präsenzstudium und angeleitetes Selbststudium</u> (ggf. im Multimedia-Sprachlabor)</i>
Literatur:	<i>Seminarflankierend bietet das Multimedia-Labor des Sprachenzentrums ein individualisiertes, interaktives, digitales Lernangebot zur intensiven Aufarbeitung von Lerndefiziten an (ESP). Fachspezifische E-Learning-Angebote des Sprachenzentrums (angeleitetes Selbststudium, ET, FFT) Systematischer Einsatz klassischer und interaktiver Medien – auch im Multimedia-Sprachlabor des Sprachenzentrums</i>

	Physikalische Chemie	
ggf. Modulniveau	<i>Bachelor</i>	
ggf. Lehrveranstaltungen:	<i>Biophysikalische Chemie (PC1), Physikalische Chemie 2 (PC2)</i>	
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>3. und 4. Semester/ zwei Semester</i>	
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Michael Veith</i>	
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Michael Veith, Prof. Dr. Achim Zielesny, Prof. Dr. Franziska Traeger, Prof. Dr. Rainer Ostermann</i>	
Sprache:	<i>Deutsch</i>	
Zuordnung zum Curriculum	<i>Nachhaltige Biologische und Chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Pflicht-Modul</i>	
Lehrform/SWS:	<i>PC1: Vorlesung/ 2 SWS Übungen/ 1 SWS Praktikum/ 2 SWS</i>	<i>PC2: Vorlesung/ 2 SWS Übungen/ 1 SWS Praktikum/ 1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>PC1: 75 h Präsenz, 105 h Selbststudium PC2: 60 h Präsenz, 120 h Selbststudium</i>	
Kreditpunkte:	<i>12</i>	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>-</i>	
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Lehrveranstaltungen des 1. Studienjahres: Physik, Allgemeine Chemie, Mathematik 2</i>	
Angestrebte Lernergebnisse:	<p><i>Die Studierenden sind mit grundlegenden physikalisch-chemischen Größen und Konzepten (Thermodynamische Zustände, Phasen, Energieformen, Chemische Reaktionskinetik, Grundlagen der Reaktionstechnik) vertraut. Die Studierenden kennen Anwendungen der Konzepte in der Biologie, Chemie und technischen Chemie.</i></p> <p><i>Praktische Fertigkeiten werden bei der Durchführung physikalisch-chemischer Experimente im Labor erworben. Die Studierenden verfügen über Abstraktionsvermögen, strukturieren Inhalte und leisten den Transfer zwischen textbasierten und mathematischen Formulierungen.</i></p> <p><i>Die Studierenden haben durch die kommunikative Auseinandersetzung in Übungen studiengangbezogene personale Kompetenzen erworben. Sie können die Ergebnisse ihrer praktischen Arbeit reflektieren und präsentieren.</i></p>	
Inhalt:	<i>Siehe Beschreibungen der Modulteile (PC1; PC2)</i>	

Studien-/Prüfungsleistungen / Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten	<i>Studien-/Prüfungsleistungen der Moduleile PC1 und PC2; Modulnote: 50% Modulteil PC1 / 50% Modulteil PC2</i>
Medienformen:	<i>Vorlesung mit Tafel- und PowerPoint-Präsentation sowie Rechner- und Multimedia-Einsatz, Übungen im seminaristischen Unterricht, experimentelles phys.-chem. Praktikum in kleinen Gruppen; Kinetik-Praktikum in 2er Gruppen an speziellen wissenschaftlichen Rechnerarbeitsplätzen</i>
Literatur:	<i>a) G. Wedler, „Lehrbuch der Physikalischen Chemie“, Wiley VCH b) P.W. Atkins, „Physikalische Chemie“, Wiley VCH c) C. Czeslik, R. Winter „Basiswissen Physikalische Chemie“, Teubner- Verlag</i>

Modulbezeichnung:	Biophysikalische Chemie (PC1)
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>PC1</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>3. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Michael Veith</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Michael Veith, Prof. Dr. Achim Zielesny</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc.(NBCT) Molekulare Biologie B.Sc. (MolBio) Pflicht-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2 SWS Übungen/1 SWS Praktikum/2 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 75 h Präsenz- und 105 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum: Erfolgreiche Teilnahme am chemischen Einführungspraktikum (CEP) und eine obligatorische Sicherheitsbelehrung</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Die Module „Physik“, „Allgemeine Chemie“ und „Mathematik 2“ sollten erfolgreich absolviert worden sein!</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Thermodynamik: Die Studierenden verstehen die grundlegenden Methoden und Modellvorstellungen der Thermodynamik und Phasengleichgewichte und können sie erläutern. Sie verfügen über praktische Fertigkeiten bei der Durchführung physikalisch-chemischer Experimente im Labor. Messdaten von selbst durchgeführten, physikalisch-chemischen Experimenten können sie mit Hilfe wissenschaftlicher Software selbst auswerten, einschl. kritischer Fehlerdiskussion und Fehlerrechnung. Kinetik: Die Studierenden verstehen Modellansätze der chemischen Kinetik in der molekularen Biologie/Systembiologie und können sie angemessen anwenden.</i>

<p>Inhalt:</p>	<p><i>Teil 1: Thermodynamik:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Zustandsgrößen, System, Zustandsfunktionen/-änderungen;</i> • <i>Ideale/reale Gase, Maxwell-Boltzmann-Geschwindigkeit-Verteilung; Hauptsätze der Thermodynamik, Begriff der Entropie, Thermochemie und Kalorimetrie, Kalorimetrische Untersuchungen an biologischen Systemen, Kolligative Eigenschaften;</i> • <i>Gibbs'sche Fundamentalgleichungen und Maxwellrelationen; Gibbs-Energie und chemisches Potential, chemisches Gleichgewicht, Van't Hoff'sche Reaktionsisobare /-isotherme; Phasenübergänge /-diagramme; Gibbs'sches Phasendreieck, Adsorptionsisotherme</i> <p><i>Experimentelles physikalisch-chemisches <u>Praktikum</u> mit folgenden Versuchen: Oberflächenspannung; Kritische Micellkonzentration; Molmassenbestimmung über kolligative Eigenschaften; Messung der Reaktionsenthalpie mit Kalorimetrie; Bestimmung der Aktivierungsenergie über Polarimetrie (Inversion von Saccharose); Starke und schwache Elektrolyte; Brennstoffzelle; Adsorptionsisotherme; Mündliche und schriftliche Kolloquien; Verfassen von Versuchsprotokollen: Datenauswertung, Anpassung von linearen und nichtlinearen Modellfunktionen an Messdaten, kritische Fehlerdiskussion und Fehlerrechnung.</i></p>
	<p><i>Teil 2: Thermodynamik vs. Kinetik; Grundlagen kinetischer Betrachtungen: Irreversible Thermodynamik, Stoßtheorie, empirische Ansätze (Arrhenius, Theorie des aktivierten Komplexes etc.); Thermodynamische und kinetische Kontrolle von chemischen Reaktionen; Empirische Beschreibung chemischer Reaktionen; Formalkinetik von Elementarreaktionen; Behandlung wichtiger Elementarreaktionen (Reaktionen 1. und 2. Ordnung, Folgereaktionen, Parallelreaktionen, (Auto)Katalyse etc.): Stöchiometrie, analytische und numerische Lösung von Differentialgleichungen für Reaktionsgeschwindigkeiten, Konzentrations-Zeit-Diagramme, Betrachtung des Konzentrationsraums; Quasistationarität und (MichaelisMenten-) Enzymkinetik, lineare und nichtlineare autonome Systeme (oszillierende (Enzym-)Systeme, kooperative Bindungen, Turing-Morphogenese)</i></p> <p><i><u>Praktikum:</u> Simulative Behandlung von kinetischen Modellen (Mathematica-Plattform): Elementarreaktionen (Reaktionen 1. und 2. Ordnung, Folgereaktionen, Parallelreaktionen, (Auto)Katalyse, Enzym-Substrat-Reaktion), lineare und nichtlineare autonome Systeme (oszillierende (Enzym-)Systeme, kooperative Bindungen, Turing-Morphogenese), Simulation und Experiment (Laborroboter mit Analytikeinheit)</i></p>

	<p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit:</u></p> <p><i>Relevanz als Grundlagendisziplin: Wasserstoff-Technologie (Brennstoffzelle) aus thermodynamischer Sicht hinsichtlich Wirkungsgrad, Ladeleistung etc.; Anwendungsbeispiele und Diskussion Brennstoffzelle vs. Li-Ionen-Batterie in einer nachhaltig geführten Energiewirtschaft unter Berücksichtigung von Umweltaspekten.</i></p> <p><i>Direkter Bezug zu ökologischen Fragestellungen der Nachhaltigkeit im Rahmen der Diskussion autonomer Systeme aus Sicht der chemischen Kinetik (Fließgleichgewichte, stationäre Zustände, Oszillationen, chaotische Dynamik, Instabilitäten, Kippunkte)</i></p>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<p><i>Klausur: insges. 120 Min; (zwei Teilklausuren: jeweils 60 Min); erfolgreiche Teilnahme am Praktikum</i></p> <p><u>Modulnote:</u> <i>Prüfungsteilleistungen: Klausur: 80%; Praktikum: 20%</i></p>
Medienformen:	<p><u>Vorlesung</u> mit Tafel- und PowerPoint-Präsentation sowie Rechner- und Multimedia-Einsatz,</p> <p><u>Übungen</u></p> <p><i>Praktika in 2er-Gruppen im Labor für Physikalische Chemie sowie an speziellen wissenschaftlichen Rechnerarbeitsplätzen</i></p>
Literatur:	<p><i>C. Czeslik, R. Winter Basiswissen Physikalische Chemie (Teubner-Verlag)</i></p> <p><i>G. Wedler, Lehrbuch der Physikalischen Chemie (Wiley VCH)</i></p> <p><i>sowie Lehrbücher der Physikalischen Chemie u. Systembiologie</i></p>

Modulbezeichnung:	Physikalische Chemie 2 (PC2)
ggf. Modulniveau	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel	<i>PC2</i>
ggf. Untertitel	<i>Physikalisch-Technische Chemie</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>4. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Franziska Traeger</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Franziska Traeger, Prof. Dr. Rainer Ostermann</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Chemie B.Sc. Pflicht-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung 2 SWS, Praktikum 1 SWS, Übung 1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h davon 60 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Mathematik für Naturwissenschaften 1 und 2, Physik</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<p><i>Die Studierenden können im Rahmen eines makroskopischen, formalkinetischen Ansatzes chemische Reaktionen klassifizieren und Reaktionsgeschwindigkeiten qualitativ und quantitativ beschreiben. Weiterhin sind ihnen mikroskopische Ansätze und Einflussgrößen bekannt. Daraus ergibt sich eine verallgemeinerte Beschreibung von Transportprozessen.</i></p> <p><i>Sie sind in der Lage, physikochemische Experimente zielführend durchzuführen und auszuwerten.</i></p> <p><i>Sie kennen die Grundlagen der Reaktionstechnik und können kinetische Probleme aus der Technischen Chemie auf Grundbegriffe zurückführen und lösen.</i></p> <p><i>Sie verfügen über Abstraktionsvermögen, strukturieren Inhalte und leisten den Transfer zwischen textbasierten und mathematischen Formulierungen</i></p> <p><i>Die Studierenden haben durch die kommunikative und kooperative Auseinandersetzung in der Übung studiengangbezogene personale Kompetenzen erworben.</i></p>
Inhalt:	Chemische Formalkinetik: <i>Quantitative, makroskopische Beschreibung irreversibler Reaktionen 0. bis 3. Ordnung, reversibler Reaktionen, mehrstufiger Reaktionen, katalytischen Reaktionen, Grundlagen der technischen Umsetzung</i>

	<p>Mikroskopische Ansätze: Arrhenius-Ansatz, Maxwell-Boltzmann-Geschwindigkeitsverteilung, kinetische Gastheorie: Grundbegriffe und Stoßzahlen, Eyring-Theorie</p> <p>Grundlagen der Reaktionstechnik: Stoffmengenbilanzen; Grundtypen von Idealreaktoren: Charakterisierung und Vergleich von BR, PFTR, CSTR Reaktionsanalyse über Kinetik, Umsatz, Ausbeute, Selektivität, Anwendung auf Katalysatoren, Anwendung der Kinetik auf Reaktorberechnung und Reaktorauswahl; experimentelle Ermittlung von reaktionskinetischen Daten</p> <p>Transportprozesse: Allgemeine Transportgleichung, 2. Fick'sches Gesetz, Diffusionsmechanismen</p> <p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit:</u> Die Anwendung der Reaktionskinetik in chemischen Prozessen ist - insbesondere bei katalysierten Reaktionen - ein wichtiger Beitrag zur Ressourceneffizienz (effektive Umwandlung von Edukten durch hohe Selektivität und minimalen Energieeinsatz).</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten	Benotete Klausur (120 min) 100 % Prüfungsleistung
Medienformen:	Tafel, Power-Point-Präsentation, Übungsblätter, Experimentier
Literatur:	<p>C. Czeslik, H. Seemann, R. Winter „Basiswissen Physikalische Chemie“, Teubner</p> <p>G. Wedler, „Lehrbuch der Physikalischen Chemie“, Wiley VCH</p> <p>P.W. Atkins, „Physikalische Chemie“, Wiley VCH</p> <p>Behr, D.W. Agar, J. Jörissen, Einführung in die Technische Chemie, Spektrum Akademischer Verlag</p>

Modulbezeichnung:	Organische Chemie
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>OC</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>3. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Angelika Loidl-Stahlhofen</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Angelika Loidl-Stahlhofen</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Molekulare Biologie B.Sc. (MolBio) Pflicht-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/3 SWS Übungen/1 SWS Praktikum/1 SWS Sicherheitsbelehrung/Block 2 h</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 75 h Präsenz- und 105 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum „Organische Chemie“ ist die erfolgreiche Teilnahme am „chemischen Einführungspraktikum“ (CEP) im Rahmen des Moduls „Allgemeine Chemie“ und eine obligatorische Sicherheitsbelehrung-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Modul „Allgemeine Chemie“ (1. + 2. Semester)</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden kennen die Grundprinzipien der organischen Chemie, insbesondere Nomenklatur, Struktur-Wirkungsbeziehungen, Stereochemie, Stoffeigenschaften, funktionelle Gruppen und deren Reaktivitäten aufbauend aus den Kenntnissen der vorhergehenden Grundlagenmodule. Sie haben einen Überblick über die wichtigsten Struktur-Wirkungsprinzipien und wissen die strukturell bedingte Reaktivität einer organisch-chemischen Verbindung einzuschätzen. Sie können klassische Synthesestrategien zur Herstellung einer organisch- chemischen Verbindung entwickeln und einschätzen, wie verschiedene organisch-chemische Moleküle miteinander reagieren. Sie sind in der Lage, dieses Wissen auf die organisch-chemischen Moleküle der molekularen Biologie zu übertragen. Nach einer Einweisung in die Grundlagen der Arbeitssicherheit und das Gefahrstoffpotential organischer Chemikalien sind sie in der Lage, zu nutzende Chemikalien nach GHS einzustufen, ausgewählte organische Präparate im Labor herzustellen, zu isolieren und zu identifizieren, sowie die zugehörigen Reaktionsmechanismen zu visualisieren.</i>

<p>Inhalt:</p>	<p><u>Vorlesung/Übungen:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Chemische Bindungstypen, Nomenklatur, Stereochemie, • Beeinflussung der Reaktivität organischer Moleküle durch funktionelle Gruppen • Reaktionstypen SN1/2, E1/2, Additions/Eliminierungsreaktionen, Redoxreaktionen etc. • Mesomerie, Tautomerie, induktive & mesomere Effekte, funktionelle Gruppen • Molekülklassen: Alkane, Alkylhalogenide, Alkohole, Thiole, Ether, Thioether, Amine, Alkene, Alkine, Aldehyde, Ketone, Carbonsäuren, Ester, Säurehalogenide, Aminosäuren, Kohlehydrate (Aufbau, Nomenklatur, physikalische Eigenschaften, Herstellung, Reaktivitätspotential, Transfer zu analogen Molekülen der molekularen Biologie) • Überblick zu Isolierung bzw. Analytik • Derivatisierungsverfahren
	<p><u>Praktikum:</u> Aufbau und Betrieb chemischer Reaktionssysteme (Rückflusskühler, Destillation, Extraktion (Scheidetrichter & Soxhlet), von Extraktionsapparaturen, Dünnschichtchromatographie</p> <p>GHS Einstufung von Chemikalien</p> <p>Nukleophile Substitution (SN₁ versus SN₂; Konkurrenzreaktionen E₁ & E₂), Brechungsindex, Extraktion von Myristinsäure aus Muskatnuss, Verseifung, Bestimmung der Fettqualität durch Titration, Aldolreaktion, Umkristallisierung, Derivatisierung zum Oxim, Dünnschichtchromatographie, Bestimmung R_f-Wert</p> <p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit:</u></p> <p>Endlichkeit fossiler Brennstoffe := Alkane/Alkene/Aromaten, Biogas aus Fäkalien, Synthesegas für biotechnologische Prozesse, Herstellung von Biodiesel, Recycling von Polyethylen, Polylactide als Beispiel abbaubarer Kunststoffe, Fette aus Naturstoffen (siehe Praktikum), halogenierte KWs (z.B. FCKWs) – Gefahr für die Ozonschicht, nachwachsende Rohstoffe (Zellulose, Stärke), Aldolreaktion (siehe Praktikum) und Claisenreaktion als Vertreter biologisch zentraler C-C Verknüpfung usw.</p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</p>	<p>Klausur (120 Minuten), Modulnote: Prüfungsteilleistungen: Klausur: 90%; Praktikum: 10%</p>
<p>Medienformen:</p>	<p><u>Vorlesung</u> unterstützt durch interaktive Elemente (Diskussionen) <u>unterschiedliche Medien</u> (Tafel, Beamer, Kurzvideos,) <u>Übungen</u> im kleineren Gruppen; <u>Praktikum</u> zur Vermittlung zentraler Synthese- und Analysetechniken der Organischen Chemie sowie zur Vermittlung arbeitssicherheitstechnischer Aspekte im Chemie-Labor</p>
<p>Literatur:</p>	<p>Grundlagskript Organische Chemie (von Dozentin zur Verfügung gestellt) Vollhardt (Lehr- & Übungsbuch)</p>

Modulbezeichnung:	Anorganische Chemie 1
ggf. Modulniveau	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel	<i>AC</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>3. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Steffen Alfs</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Steffen Alfs</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc.(NBCT) Chemie B.Sc. Pflicht-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/ 3 SWS Übung/ 1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h davon 60 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Allgemeine Chemie</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden haben Kenntnisse von der speziellen Natur der Elemente und ihrer Verbindungen sowie von den allgemeinen Regeln und Gesetzmäßigkeiten des chemischen Verhaltens der verschiedenen Stoffe und ihrer Ursachen. Neben der systematischen Vertiefung anorganischer Chemiekenntnisse werden insbesondere Problemlösungskompetenzen im Zuge der Übungen entwickelt.</i>
Inhalt:	<i>Gruppeneigenschaften der Hauptgruppenelemente: Vorkommen und physikalisch-chemische Charakterisierung der Elemente; Darstellung, Reaktion und Verwendung der Elementverbindung; chemische Verbindungen der Hauptgruppenelemente; Vorkommen, physikalisch-chemische Eigenschaften, Darstellung in Labor und Industrie, Reaktionen und Verwendung der Verbindungen. Eigenschaften der Nebengruppenelemente, deren Darstellung und Verwendung sowie deren Carbonylverbindungen und deren Verwendung.</i>
Studien-/Prüfungsleistungen / Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten	<i>Benotete Klausur (120 min) 100 % Prüfungsleistung</i>
Medienformen:	<i>Tafel, PowerPoint-Präsentation, Flip-Chart</i>
Literatur:	<i>M. Binnewies, Allgemeine und Anorganische Chemie N. Wieberg et al., Anorganische Chemie (Band 1) L. Keiter, E.A. Keiter, J.E. Huheey, Anorganische Chemie -Prinzipien von Struktur und Reaktivität</i>

Modulbezeichnung:	Chemische Analytik
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>CA</i>
ggf. Untertitel:	<i>Analytische Methoden in Chemie und Biologie</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>3. Semester/ ein Semester (NBCT) 5. Semester/ ein Semester (MolBio)</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr.-Ing. Frank Eiden</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr.-Ing. Frank Eiden</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Pflicht-Modul Molekulare Biologie (MolBio) WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/ 2 SWS Übungen/ 2 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 120 h Präsenz- und 60 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Grundlagen der Biologie, Biochemie, organische Chemie</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden sind in der Lage, die einzelnen Schritte einer chemischen Analyse von Probenahme, Probenaufbereitung, Messung, Auswertung und Validierung zu verstehen und deren Eigenheiten und Wichtigkeit einordnen und anzuwenden zu können. Sie können verschiedene moderne Analyseverfahren wie Chromatographie, SPR (Bindungsanalytik), versch. Assays, Kalorimetrie, Fluoreszenz und Methoden der Elektrochemie und der Absorptionsspektroskopie benennen und erklären, um sie später auch auf andere Methoden zu übertragen.</i>

<p>Inhalt:</p>	<p><u>Schwerpunkte in den Bereichen:</u> ... moderne Analyseverfahren:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Chromatographie (Prinzipien der chromatographischen Trennung, Funktionsweise der Chromatographen und der wichtigsten Detektoren Eigenschaften gängiger stationärer und mobiler Phasen, chromatographische Parameter) • UV-Vis- sowie Infrarotspektroskopie und deren physikalische Grundlagen (Lambert-Beersches Gesetz usw.). • SPR (Bindungsanalytik) / Oberflächenplasmonenresonanzspektroskopie • Kalorimetrie • Fluoreszenz • versch. andere Assays ... und dabei auch die betreffende <p><u>Methodenentwicklung, z.B.:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Methoden der Elektrochemie (Coulometrie, Potentiometrie, Ionen-sensitive Elektroden)
	<p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit:</u> Verschiedenste Umweltbelastungen bewirken schwerwiegende Klimaveränderungen. Für diesen Themenkomplex kommt der Chemischen Analytik eine entscheidende Rolle zu: Denn sie ermöglicht es, giftige oder bedenkliche Substanzen genauestens zu analysieren und auszuwerten. Aufklärung und Klarheit verspricht die Chemische Analytik mit ihrer breiten Methodenvielfalt und wirkungsvollen Präzision beim Auffinden schädlicher und umweltbelastender Stoffe. So beschäftigt sich die Umweltanalytik mit der qualitativen und quantitativen Untersuchung verschiedener Stoffe und Substanzen in der Umwelt. Diese betrifft die Umweltkompartimente Luft, Boden und Wasser. Die Analysen können sowohl einzelne Stoffe als auch Summenparameter umfassen, was die Disziplin zu einem so wertvollen Potenzial für die Zukunft des Umweltschutzes werden lässt.</p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</p>	<p><u>Klausur:</u> 120 min; bewertetes Gruppenprojekt. <u>Modulnote:</u> Prüfungsteilleistungen: Klausur: 80%, Gruppenarbeit: 20%</p>
<p>Medienformen:</p>	<p><u>Vorlesung:</u> Tafel, Powerpoint-Präsentation, digitale Medienformate, Flip-Chart, Moderationskarten <u>Übungen:</u> anhand von vorab gestellten Übungsfragen; Medien: Beamer und Tafel</p>
<p>Literatur:</p>	<p>Vorlesungsunterlagen (zur Verfügung gestellt pdf) Renneberg, Bioanalytik für Einsteiger (Springer) Lottspeich, Engels Bioanalytik (Springer)</p>

Modulbezeichnung:	Instrumentelle Analytik
ggf. Modulniveau	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel	<i>IA1</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>4. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Ingo Tausendfreund</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Ingo Tausendfreund</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien Chemie B.Sc. (NBCT) Chemie B.Sc. Pflicht-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/ 2 SWS Übung/ 2 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h davon 60 h Präsenzzeit und 120 h Selbststudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	-
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Analytische Chemie, chemische Reaktionsgleichungen, Stöchiometrie, Säure-Base-Reaktionen (pH, pOH, pK_s, pK_b) Komplexchemie, physikalische Grundlagen der elektromagnetischen Strahlung, Aufbau der Materie, Datenverarbeitung, Mathematik</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<p><i>Die Studierenden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>kennen den analytischen Prozess von der Probennahme bis zur Auswertung der Messdaten sowie Aufbau, Funktionsprinzip und Einsatzbereiche spektroskopischer, spektrometrischer und chromatografischer Verfahren.</i> - <i>sind mit verschiedenen Kalibriertechniken der Instrumentellen Analytik vertraut und kennen die Kriterien zur Beurteilung von Messergebnissen.</i> - <i>verfügen über das Wissen zur Berechnung von Verdünnungsreihen, werten Kalibrierdaten mathematisch aus, ermitteln mit diesen den Analytgehalt in Probelösungen und rechnen diesen in Massenkonzentrationen und Massenanteile um. Sie wenden ihre Kenntnisse der Statistik bei der Berechnung von Qualitätsparametern wie Mittelwerten, absoluten und relativen Standardabweichungen und Wiederfindungsraten an.</i> - <i>sind in der Lage, ein geeignetes instrumentelles Verfahren für eine analytische Fragestellung auszuwählen und korrekt anzuwenden. Die Studierenden evaluieren und optimieren grundlegende Prozesse. Sie ermitteln und hinterfragen analytische Ergebnisse und beurteilen diese auf Basis statistischer Parameter. Sie dokumentieren und präsentieren ihre Ergebnisse in übersichtlicher Form.</i> - <i>sind in der Lage, in Vorlesung und Übung erlangtes Wissen, zur Beantwortung laborpraktischer Fragestellungen anzuwenden.</i>

	<ul style="list-style-type: none"> - sind in der Lage, Informationen über Literatur und durch Suche in Online-Bibliotheken zu beschaffen, zu strukturieren und zu bewerten. - evaluieren und optimieren grundlegende analytische Prozesse, ermitteln und hinterfragen analytische Ergebnisse und beurteilen diese auf Basis statistischer Parameter. - dokumentieren und präsentieren ihre Ergebnisse in übersichtlicher Form. - sind in der Lage, Informationen über Literatur und durch Suche in Online-Bibliotheken zu beschaffen, zu strukturieren und zu bewerten. - arbeiten im Team und sind fähig, Aufgaben und Verantwortung bei der Zusammenarbeit zu übernehmen.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - der analytische Prozess - Probennahmetechniken, Aufschlusstechniken - Spektrometrische Verfahren (UV-Vis, F-AAS, GF-AAS, HG-AAS, CV- AAS, AFS, ICP-OES, RFA) - ICP-MS - Interferenzen bei ICP-MS und ihre Kompensation - Kalibriertechniken (externe Kalibrierung, Standardadditions- verfahren, interne Standardisierung) - Überprüfung der Richtigkeit (Wiederfindungsrate, zertifiziertes Referenzmaterial, Ringversuche, alternative Verfahren) - Überprüfung der Präzision (absolute und relative Standard- abweichung) - Methoden zur Abschätzung der Nachweis- und Bestimmungsgrenze - Interferenzen OES, AAS, RFA und ihre Kompensation - Chromatografische Verfahren (DC, GC, HPLC, IC) - Chromatografische Kennzahlen (Rs, N, H, k, tR, tM, ...) - Kováts-Indices
	<p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit:</u></p> <p>Die Analytik bildet die Basis zur Identifikation und Quantifizierung von organischen und anorganischen Substanzen in Proben aller Art. So werden beispielsweise mit chromatografischen und spektrometrischen Verfahren Schadstoffe in Abwasser und Abluft von Produktionsprozessen gemessen. Auf diese Weise wird die Nachhaltigkeit von Prozessen überwacht.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten	Benotete Klausur (120 min) oder mündliche Prüfung (30 min) 100 % Prüfungsleistung
Medienformen:	Interaktive Tafel, Tafel, Skript, analytische Geräte und deren Baugruppen, live-Analysen
Literatur	<ul style="list-style-type: none"> - M. Otto: Analytische Chemie, 3. Auflage, Wiley-VCH 2006 - G. Schwedt: Analytische Chemie; Grundlagen, Methoden, Praxis, Wiley-VCH (Georg Thieme Verlag) 1995 - K. Camman (Hrsg.): Instrumentelle Analytische Chemie, Verfahren, Anwendungen, Qualitätssicherung, Spektrum-Verlag 2001 - Th. Meyer: Fachwissen Chemie, Europa-Lehrmittelverlag 2020 - Skoog; Leary: Instrumentelle Analytik; Springer 1996

Modulbezeichnung:	Biochemie
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>BC</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>4. Semester/ ein Semester (NBCT) 2. Semester/ ein Semester (MolBio)</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Angelika Loidl-Stahlhofen</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Angelika Loidl-Stahlhofen</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Molekulare Biologie B.Sc.(MolBio) Pflicht-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung /2 SWS Übungen/ 1 SWS Praktikum mit Seminar/ 1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 75 h Präsenz- und 105 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum: S1-Sicherheitsbelehrung</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Grundkenntnisse aus dem Bereich der Molekularen Biologie insbesondere Energiestoffwechsel (Modul 1. Semester)</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden haben Verständnis der Proteinstruktur und -variabilität sowie eine Vorstellung über die Spezifität und Effektivität von Enzymen. Sie sind in der Lage, Ein-Substrat-Enzyme kinetisch zu charakterisieren und verstehen es, Stoffwechselzusammenhänge und Stoffwechselregulation einzuschätzen. Sie begreifen den Sinn von Biomembranen und können unterschiedliche Transportmechanismen über diese differenzieren. Sie kennen die Sicherheitsbestimmungen im S1-Labor und haben diese in der Laborroutine verinnerlicht. Sie sind in der Lage, grundlegend und sinnvoll biochemisch/ proteinchemisch zu experimentieren. Die Studierenden können eigene Versuchsergebnisse eigenständig auswerten, sie erkennen selbst praktische Laborfehler und sind in der Lage, ihre Resultate kritisch zu diskutieren.</i>
Inhalt:	<u><i>Vorlesung/Übungen:</i></u> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Proteine:</u> <i>Konformation, Dynamik und Funktion zusätzlich: Seminar Proteinreinigung</i> • <u>Enzyme:</u> <i>Nomenklatur, katalytische Aktivität und Spezifität, Erkennung, Allosterie, Mechanismen (Lysozym), Coenzyme und prosthetische Gruppen</i> • <u>Kohlehydrate:</u> <i>wichtige Vertreter, Struktur und Konformation, Regulation im Kohlehydratstoffwechsel (Glykolyse, Gluconeogenese, Glykogenstoffwechsel)</i>

	<ul style="list-style-type: none"> • Membranen: Aufbau, Analyse Membranproteine, Membrankanäle/–pumpen, Transportmechanismen, Poren und Kanäle <p><i>Praktikum: Zellaufschluss, differentielle Zentrifugation, Proteinaufreinigung über IMAC, Enzymkinetik (Spezifische Aktivität & Gesamtaktivität, Aufreinigungsfaktor), SDS-PAGE, Auswertung GPC, Bestimmung des Molekulargewichtes über R_f und K_{av}.</i></p> <hr/> <p><i>Bezug zur Nachhaltigkeit:</i> <i>Enzyme werden als nachhaltige Biokatalysatoren höchster Spezifität vorgestellt: sie vermeiden organische Lösungsmittel, arbeiten höchst effizient und sind nebenproduktarm. Im Praktikum wird ein konkretes Enzym (in der Regel DH) aufgereinigt & charakterisiert. Dabei wird ressourceneffizientes Pipettieren etc. trainiert.</i></p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</p>	<p><i>Klausur: 120 min, erfolgreiche Teilnahme am Praktikum <u>Modulnote:</u> Prüfungsteilleistungen: Klausur: 90%; Praktikum: 10%</i></p>
<p>Medienformen:</p>	<p><i><u>Vorlesung</u> unterstützt durch interaktive Elemente (Diskussionen) <u>unterschiedliche Medien</u> (Tafel, Beamer, Kurzvideos,), <u>Übungen</u> im kleineren Gruppen; <u>Praktikum</u> zur Vermittlung zentraler Techniken aus der Biochemie/Proteinchemie sowie zur Vermittlung arbeitssicherheitstechnischer Aspekte im S1-Labor</i></p>
<p>Literatur:</p>	<p><i>Berg, Tymoczko, Gatto & Stryer: Biochemie (Springer); Müller-Esterl: Biochemie (Springer)</i></p>

Modulbezeichnung:	Verfahrenstechnik und Nachhaltigkeit
ggf. Modulniveau	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel	<i>GVT</i>
ggf. Lehrveranstaltungen:	<i>Vorlesung</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>4. Studiensemester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Daniel Kadzimirsz</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Daniel Kadzimirsz, Prof. Dr. Rainer Ostermann</i>
Sprache:	<i>deutsche Sprache</i>
Zuordnung zum Curriculum	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Pflicht-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung /2 SWS Seminar/ 1 SWS Übung/ 1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Grundlagen der Biologie und Chemie</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden kennen die Grundlagen der Verfahrenstechnik. Sie verstehen Nachhaltigkeitsbetrachtungen z.B. zur Energie- und Ressourceneffizienz. Die grundlegenden Zusammenhänge von Technologie, Ökologie und Ökonomie werden zur Bewertung von Prozessen und Verfahren berücksichtigt. Darüber hinaus beziehen die Studenten zur Auswahl eines Verfahrens die Rahmenbedingungen, wie Verfügbarkeit von Ressourcen und regulatorischen Vorgaben mit ein.</i>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Aufbau und Darstellung (Block-, R&I, Verfahrens Fließbilder) von Verfahren</i> - <i>Definition der Begriffe Nachhaltigkeit, Ökobilanz, Ressourceneffizienz, Erntefaktor, Recycling und Downcycling</i> - <i>Grundoperationen (Units Operations) aus den Bereichen der mechanischen, chemischen, thermischen und biologischen Verfahrenstechnik wie:</i> <ul style="list-style-type: none"> <i>a) Grundlagen der Reaktionstechnik (Satzreaktor, Kontinuierlicher Rührkessel, Strömungsrohr) und Mikroreaktionstechnik, mit Einblicken in die Maßstabsvergrößerung und den Wärmetausch einfacher technischer Apparate,</i> <i>b) Misch- und Rührtechnik, Prinzip der Rektifikation am Bsp. von McCabe-Thiele- Diagrammen,</i>

	<p><i>c) Grundlagen der Bioreaktortechnik und seine Anwendungen</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>(Öko-)Bilanzierung von Produkten und Prozessen z.B. durch Vergleich der Bioethanol- mit der Industrialkohol-Herstellung (evtl. Exkursion)</i> - <i>Umweltrelevante Systeme und Technologien (z.B. Werkstoffliches Recycling vs. Energetische Verwertung am Beispiel von Kunststoffen)</i>
	<p><u><i>Bezug zur Nachhaltigkeit:</i></u> <i>Dieses Modul vertieft die Diskussion der technologischen Nachhaltigkeit, basierend auf dem Modul „Nachhaltige Rohstoffe und Prozesse“ und dem biologischen, chemischen und technischen Fachwissen aus verschiedenen Modulen des 2. und 3. Semesters, das hier durch die Grundlagen der Verfahrenstechnik erweitert wird. Dadurch kann die Ressourceneffizienz von Verfahren und Prozessen detailliert analysiert und bewertet werden.</i></p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen / Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten</p>	<p><i>Benotete Klausur (90 min) 100 % Prüfungsleistung</i></p>
<p>Medienformen:</p>	<p><i>Tafel, Power-Point-Präsentation, Übungsblätter</i></p>
<p>Literatur:</p>	<p><i>J. Nagel, Nachhaltige Verfahrenstechnik, Hanser, 2015. Liste aktueller Fachliteratur zu Beginn der LV</i></p>

Modulbezeichnung:	Schwerpunktmodul: Molekulargenetik oder Laborpraxis Werkstoffe	
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>	
ggf. Lehrveranstaltungen:	<i>Molekulargenetik, Laborpraxis Werkstoffe</i>	
ggf. Kürzel:	<i>MB2, LPW</i>	
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>4. Semester/ ein Semester</i>	
Modulverantwortliche(r):	<i>Prüfungsausschussvorsitzender (aktuell: Prof. Dr. Daniel Kadzimirsz)</i>	
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Franziska Traeger, Prof. Dr. Andreas Beyer</i>	
Sprache:	<i>Deutsch</i>	
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Pflicht- Modul</i>	
Lehrform/SWS:	<i>MB2: Vorlesung/ 2 SWS Übungen/ 2 SWS Praktikum/ 1 SWS</i>	<i>LPW: Seminar/ 1 SWS Praktikum/ 3 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>MB2: 180 h, davon 75 h Präsenz- und 105 h Eigenstudium LPW: 180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>	
Kreditpunkte:	<i>6</i>	
Information zum Schwerpunktmodul:	<i>Die Studierenden wählen bereits im 4. Fachsemester eines der beiden Schwerpunktmodule „Molekulargenetik“ oder „Laborpraxis Werkstoffe“. Es können auch beide Module belegt werden!</i>	
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>Siehe detaillierte Beschreibungen der Module MB2 und LPW.</i>	
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Siehe detaillierte Beschreibungen der Module MB2 und LPW.</i>	
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Siehe detaillierte Beschreibungen der Module MB2 und LPW.</i>	
Inhalt:	<i>Siehe detaillierte Beschreibungen der Module MB2 und LPW.</i>	
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Siehe detaillierte Beschreibungen der Module MB2 und LPW.</i>	
Medienformen:	<i>Siehe detaillierte Beschreibungen der Module MB2 und LPW.</i>	
Literatur:	<i>Siehe detaillierte Beschreibungen der Module MB2 und LPW.</i>	

Modulbezeichnung:	Molekulargenetik
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>MB2</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>2. Semester/ ein Semester (MolBio.) 4. Semester/ ein Semester (NBCT)</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Andreas Beyer</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Andreas Beyer</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B. Sc. (NBCT): Schwerpunktmodul des 4. Fachsemesters Molekulare Biologie B.Sc. (MolBio) Pflicht-Modul des 2. Semesters</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2 SWS Übungen/2 SWS Praktikum/1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 75 h Präsenz- und 105 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte (ECTS):	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum: Bestehen der Klausur und eine obligatorische S1-Sicherheitsbelehrung</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Grundkenntnisse aus der organischen Chemie</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden verstehen den genetischen Informationsfluss und die beteiligten Prozesse. Sie kennen die Struktur sowie auch enzymatische Modifikationen von Nukleinsäuren. Die Prinzipien der Vererbung - klassisch sowie molekulargenetisch - und der Genexpression können sie erläutern. Sie haben Grundkenntnisse in der Nukleinsäure-Analytik und kennen die grundlegenden Klonierungstechniken. Benannte Fakten können reproduziert werden; darüber hinaus können sie in Ansätzen experimentelle Strategien planen.</i>
Inhalt:	<i><u>Vorlesung:</u></i> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Aufbau und Struktur von Nukleinsäuren; Funktionen von DNA und RNA; Replikation, Transkription und Translation;</i> • <i>Zellteilung und Vererbung (klassisch: Mendel sowie molekularbiologisch);</i> • <i>Steuermechanismen der Genexpression bei Pro- und Eukaryonten;</i> • <i>Mutation;</i> • <i>Klonierung (gezielte Identifizierung eines "gene of interest") / Überexpression;</i>

	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Analysemethoden von Nukleinsäuren: Restriktion, Gelelektrophorese, Blotting, PCR (Grundlagen und einige konkrete Anwendungen), Sequenzierung; DNA-Arrays</i> <p><u>Praktikum:</u> <i>Plasmidpräparation, Restriktion, PCR, Analyse der Ansätze per Agarose-Gelelektrophorese, Auswertung und Ausarbeitung als schriftl. Bericht. _</i></p> <p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit (NBCT):</u> <i>Relevanz als Grundlagendisziplin: Hier werden hier Grundlagen gelegt, die für Nachhaltigkeitsthemen wie Bioremediation und Biodegradation relevant sind: Dazu bedarf es der hier erworbenen Elementarkenntnisse in Klonierungs- und PCR-Technologien.</i></p>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<p><i>Klausur: 120 min; erfolgreiche Teilnahme am Praktikum</i></p> <p><u>Modulnote:</u> <i>Klausur: 100%</i></p>
Medienformen:	<p><u>Vorlesung</u> <i>mit interaktiven Elementen (Diskussionen); Medien sind Beamer (ppt) und Tafel</i></p> <p><u>Übungen</u> <i>anhand vorab zur Verfügung gestellter Übungsfragen; Medien sind Tafel und Beamer (ppt).</i></p> <p><u>Eintägiges Praktikum</u> <i>im S1-Labor nach Skript; anschließend Besprechung der Ergebnisse in Seminar-ähnlicher Form und abschließend Niederlegung der Versuche in Form einer wissenschaftlichen Schrift.</i></p>
Literatur:	<p><i>Vorlesungsunterlagen (zur Verfügung gestellte pdf)</i></p> <p><i>Stryer, Biochemie - 8. Aufl. (Springer Spektrum). ISBN 978-3-662-54619-2</i></p>

Modulbezeichnung:	Laborpraxis Werkstoffe
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>LPW</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>4. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Franziska Traeger</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Franziska Traeger</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B. Sc. (NBCT): Schwerpunktmodul des 4. Fachsemesters</i>
Lehrform/SWS:	<i>Seminar/ 1 SWS Praktikum/ 3 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	-
Empfohlene Voraussetzungen:	-
Angestrebte Lernergebnisse:	<p><i>Die Studierenden haben sich mit Werkstoffgruppen, ihren spezifischen Eigenschaften und ihrer Verwendung in exemplarischen Alltagssituationen sowie im Zusammenhang mit Kernthemen des Studiengangs zur Nachhaltigkeit auseinandergesetzt.</i></p> <p><i>Sie haben grundlegende Verfahren zur Charakterisierung der Werkstoffeigenschaften sowie Kriterien zur Werkstoffauswahl kennen- gelernt und diskutiert.</i></p> <p><i>Die Studierenden wenden die grundlegenden Lern- und Arbeits- methoden des wissenschaftlichen Arbeitens sowie der Dokumentation (Informationsbeschaffung, Literaturrecherche, wissenschaftliches Schreiben, Projektbericht, Lernposter) an. Dazu nutzen sie Lern- und Projektstagebücher.</i></p> <p><i>Die Studierenden haben durch die kommunikative Auseinanderset- zung im Seminar und der Projektarbeit studiengangbezogene personale Kompetenzen entwickelt.</i></p> <p><i>Sie sind in der Lage, ihre Arbeitsergebnisse zu visualisieren, zu kommunizieren, zu präsentieren, zu diskutieren und zu reflektieren.</i></p>

Inhalt:	<i>Werkstoffgruppen und Lebenswelt (an ausgesuchten Beispielen), Metallische Werkstoffe, Anorganisch-nichtmetallische Werkstoffe, Kunststoffe, Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen und Sonderwerkstoffe.</i>
	<i>Struktur der Werkstoffe, Werkstofffehler, elastisches und plastisches Verhalten, Verfestigungsmechanismen.</i> <i>Zusammenhang zwischen Werkstoffthemen und Kernthemen (Modulen/Lehrveranstaltungen) des Studiengangs, Kommunikation, Präsentation und Visualisieren von Arbeitsergebnissen (Tafelarbeit, Flipchart, Mind Map).</i>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Studienleistung: Mindestens 80% nachgewiesene unbenotete Teilnahme und aktive Mitarbeit in der Lehrveranstaltung sowie bei der Projektarbeit</i> <i>Bestandene und benotete Prüfungsleistung: Projektbericht (max. 30 Seiten, 70%) zzgl. geführte Lern-, Labor- und Projektstagebücher und abschließende Projektpräsentation mit Diskussion (max. 30 min, 30%)</i>
Medienformen:	<i>Themenspezifische Medienformen</i>
Literatur:	

Module des 5. Semesters

Wahlpflichtkatalog I

Modulbezeichnung:	Enzymologie und Katalyse
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>EZK</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Angelika Loidl-Stahlhofen</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Angelika Loidl-Stahlhofen</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Molekulare Biologie B.Sc. (MolBio) WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2 SWS Übungen/2 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Grundkenntnisse aus dem Bereich der Biochemie v.a. zum Thema Proteine & Stoffwechsel (Modul 2./4 Semester)</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden kennen die aktuellen Methoden zur Strukturaufklärung von Proteinen (Primär bis Quartärstruktur) und können die Aussagekraft verschiedener Verfahren einschätzen. Sie haben darüber hinaus die Fähigkeit, die Kinetik enzymkatalysierter Reaktionen (Ein- und Zweisubstratreaktionen) quantitativ zu bewerten und für wichtige enzymkinetische Parameter pre-steady-State Methoden komplementierend zu nutzen. Sie haben einen Einblick in die Vernetzung methodischer Tools, um Reaktionsmechanismen aufzuklären und können einzelne Katalysemechanismen von Enzymen chemisch deidiert und begründend beschreiben. Sie kennen die Methodik von Enzyme Evolution und Enzyme Design und die damit jeweils verbundenen experimentellen Herausforderungen. Sie setzen sich mit aktuellen Trends zur Optimierung biotechnologischer Prozesse auseinander.</i>
Inhalt:	Strukturverständnis als Basis zur Aufklärung enzymatischer Mechanismen: <ul style="list-style-type: none"> <i>Bestimmung des Molekulargewichtes, Analyse der Aminosäurezusammensetzung, Proteinsequenzierung (Edman-Abbau), Peptide Mapping, MALDI-TOF & ESI MS, X-Ray, NMR, Crosslinking-Studies, Rosetta-Algorithmus, α-</i>

	<p><i>fold</i></p> <p>Enzymkinetik:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Michaelis-Menten, Lineweaver-Burk, Eadie-Hofstee, Hanes etc: mathematische Darstellung und graphische Auswertung, Interpretation der Parameter k_{cat}, K_m und k_{cat}/K_m, Inhibition (kompetitiv, unkompetitiv, nicht-kompetitiv): Definition, kinetische Aspekte, physiologische Relevanz</i>
	<p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit:</u> <i>Generelles Katalyseverständnis als Basis für nachhaltige chemische Technologien, Enzyme als nachhaltige Katalysatoren der Zukunft; chemische Imitation enzymkatalytischer Zentren: active site amino acids on solid supports, Immobilisierung von Enzymen, Enzyme Evolution & Metabolic Engineering zur Erschließung nachhaltiger Katalysoptionen</i></p>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Benotete Klausur (120 min) 100 % Prüfungsleistung</i>
Medienformen:	<p><u>Vorlesung</u> unterstützt durch interaktive Elemente (Diskussionen) und unterschiedliche Medien (Tafel, Beamer, Kurzvideos,),</p> <p><u>Übungen</u> in kleineren Gruppen;</p>
Literatur:	<i>Aktuelle Publikationen (werden zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben)</i>

Modulbezeichnung:	Fermentationsprozesse
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>FP</i>
ggf. Untertitel:	<i>Technologie und Simulation von Fermentationsprozessen</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Frank Eiden</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Frank Eiden</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung / 2 SWS Übungen / 2 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 SWS, davon 60 Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Basic: biologisch, chemische Prozesse (optional) allg. Programmiersprachen (optional)</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<p><i>Die Studierenden sind in der Lage Methoden der Bioprosesstechnik zu verstehen, indem sie diese in praktischen Zusammenhängen erlernen um später eigene Ansätze zu planen und umzusetzen.</i></p> <p><i>Darüber hinaus verfügen die Studierenden über das grundlegende Wissen von Fermentationsprozessen sowie über dessen Simulationen und Modellbildung. Sie sind in der Lage, dieses Wissen zu verstehen und können es im Umfeld der modernen Biotechnologie anwenden.</i></p> <p><i>Das Ziel der Vorlesung "Fermentationsprozesse" ist die Vermittlung von Kenntnissen von Prozessen der industriellen Biotechnologie aus verschiedenen Teilgebieten der Prozesstechnologie sowie die Kompetenz zur Nutzung ausgewählter Software-Werkzeuge zur Prozesssimulation und -optimierung.</i></p>

<p>Inhalt:</p>	<p><u>Vorlesung:</u></p> <p>Fermentationsprozesse sowie deren Simulation und Optimierung von Prozessen besitzt eine hohe Relevanz in vielen industriellen Bereichen wie z. B. der chemischen Industrie, der Biotechnologie und der Pharmazeutischen Industrie. Durch dessen Einsatz können Prozesse nachhaltiger, produktiver und kostengünstiger gestaltet werden. Häufig sind die Kosten sowie der Energie- und Ressourcenverbrauch hierbei geringer.</p>
	<p>In dem Modul werden den Studierenden zusätzlich zu den Grundlagen (verschiedene Reaktortypen, Beispiele nachhaltiger biotechnologischer Produktionsprozesse) die notwendigen Simulations- und Optimierungsmethoden vermittelt, um mittels geeigneter Software - wie z.B. Berkley Madonna, Bioprozesstrainer verschiedene Prozesse selbstständig simulieren und optimieren zu können.</p> <p>Darüber hinaus sollen einfache Fermentationen im Labor vorbereitet, durchgeführt und ausgewertet werden.</p> <p><u>Lernergebnisse:</u></p> <p>Nach Teilnahme an den Modulveranstaltungen können Sie:</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Grundlagen biotechnologischer Prozesse beherrschen - die Grundlagen der Reaktortechnik und -führung verstehen - ausgewählte nachhaltige Prozessbeispiele kennen - die Grundlagen der Modellierung und Simulation verstehen. - Optimierungsmethoden als Element konzeptioneller und technischer Prozessgestaltung darstellen - Simulations- und Optimierungsverfahren auf verfahrenstechnische und nachhaltige Prozesse anwenden <p>Gruppenarbeit zum Erarbeiten spezifischer Fragestellungen, teilweise an realen Fermentern.</p> <p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit:</u></p> <p>Zentraler Baustein einer nachhaltige Biotechnologie sind die Fermentationsprozesse in denen aus nachhaltige Rohstoffe Produkte werden (Biopolymere, biobasierte Chemikalien, Werkstoffe und Energieträger usw.). In Bioraffinerien wird pflanzliche Biomasse in ihre Bestandteile zerlegt und möglichst vollständig fermentativ genutzt. So entsteht eine große Produktvielfalt. Gegenüber den chemischen Prozessen wird hier unter nachhaltigen, milden Prozessbedingungen mit Biokatalysatoren gearbeitet. Fermentationsprozesse als Alternative zu chemischen Prozessen.</p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</p>	<p>Klausur (120 Minuten)</p> <p><u>Modulnote:</u></p> <p>Prüfungsteilleistungen: Klausur: 80%, Gruppenarbeit (Projektpräsentation): 20%</p>

Medienformen:	<p><i><u>Vorlesung:</u> Tafel, Powerpoint-Präsentation, digitale Medienformate, Flip-Chart, Moderationskarten</i></p> <p><i><u>Übungen:</u> anhand von vorab gestellten Übungsfragen; Medien: Beamer und Tafel</i></p>
Literatur:	<p><i>Vorlesungsunterlagen (zur Verfügung gestellt pdf)</i></p> <p><i>Hass, Pörtner; Praxis der Bioprozesstechnik mit virtuellem Praktikum</i></p>

Modulbezeichnung:	Angewandte und Umweltmikrobiologie
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>ACM</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Katrin Grammann</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Katrin Grammann</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Molekulare Biologie B.Sc. (MolBio) WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2 SWS Seminar/2 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>Bestehen aller Prüfungsleistungen des ersten Studienjahres und bestandene Klausur im Pflichtmodul Mikrobiologie.</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Biologie und Biochemie Grundlagenmodule, organische Chemie</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden sind in der Lage, mikrobielle Abbauleistungen in unterschiedlichsten Anwendungsgebieten umfassend zu beschreiben sowie Angriffspunkte verschiedener Antibiotika und Resistenzentwicklungen zu benennen. Sie können den biotechnologischen Nutzen von mikrobiologischen Synthesewegen anhand konkreter Beispiele darlegen. Ferner sind sie fähig, Konflikte unterschiedlicher Interessensgruppen zu analysieren und die Erkenntnisse spontan in Kleingruppen zu präsentieren sowie ausgewählte Themen durch eigene Literaturrecherche zu erarbeiten und als Präsentation vorzustellen</i>
Inhalt:	<p><u>Vorlesung</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Stoffwechselvorgänge bei der Biogasbildung, Exkurs: Maßnahmen gegen steigende Methanemissionen - Rolle der Mikroorganismen in der Abwasserreinigung - Aerobere und anaerobere Abbau polycyclischeraromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK), Kunststoffen und anderen Kohlenwasserstoffen - Naturstoffsynthese über Nicht-ribosomale Peptidsynthese und Polyketidsynthesen - Polysaccharidsynthese - Schwermetallresistenz und Bioremediation - Biotechnologische Synthese von Oleochemikalien inkl. Fettsäuresynthese, Ersatz tropischer Öle, Exkurs: Palmöl - Horizontaler Gentransfer, Ausbildung von Antibiotikaresistenzen und die Gefahr für die Umwelt

	- Aminosäuresynthese und Produktion für die Bereitstellung nachhaltiger Futtermittel
	<u>Bezug zur Nachhaltigkeit:</u> Diese Veranstaltung bietet sehr viele Anknüpfungspunkte an das Thema Nachhaltigkeit. Neben der Abwasserreinigung und Biogasproduktion werden z.B. biotechnologische Verfahren zur Herstellung von Feinchemikalien vorgestellt, die eine Verwendung von tropischen Ölen überflüssig machen oder mit denen biobasierte Kunststoffe hergestellt werden können. Darüber hinaus geht es um natürliche Abbaumechanismen für die Entfernung von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen oder Kunststoffen und um das gehäufte Auftreten von Antibiotikaresistenzen in der Natur.
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	Klausur: 90 Minuten; Seminarvortrag mit Präsentation zu einem aktuellen Thema: 10-15 Minuten Modulnote: Prüfungsteilleistungen: Klausur: 85%; Seminarvortrag: 15%
Medienformen:	Vorlesung mit Tafel, Powerpoint-Präsentation, digitale Medienformate, Moderationskarten
Literatur:	Vorlesungsunterlagen Sahm, Industrielle Mikrobiologie (Springer Spektrum) Aktuelle Fachliteratur

Modulbezeichnung:	Nachhaltige Biotechnologie
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>NBT</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Desiree Jakobs-Schönwandt</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Desiree Jakobs-Schönwandt</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Molekulare Biologie B.Sc. (WPI-Modul)</i> <i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (WPI-Modul)</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2 SWS</i> <i>Seminar/2 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte (ECTS):	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>Bestehen aller Prüfungsleistungen des ersten Studienjahres</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Gute Kenntnisse in Mikrobiologie sind wünschenswert</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<p>Fachkompetenz:</p> <p><i>Studierende können biotechnologisch relevante Mikroorganismen identifizieren, die in der angewandten Mikrobiologie Einsatz finden und können mikrobielle Verfahren zur Stoffproduktion und -umwandlung beschreiben und einordnen. Zudem erwerben Sie umfassende Kenntnisse zu wichtigen biotechnologischen Produktionsverfahren und können die Anwendungsfelder biotechnologisch hergestellter Enzyme und Wirkstoffe wiedergeben.</i></p> <p><i>Die Studierenden erlernen die eingesetzten Produktionssysteme für verschiedene Kulturen wie Bakterien, Pilze, Viren oder Säugetierkulturen und können die unterschiedlichen Verfahren unterscheiden, bewerten und Vorschläge für eine technische Umsetzung unterbreiten.</i></p> <p><i>Final erwerben sie die fachliche Kompetenz, kritisch abzuschätzen, welche Aufreinigungsverfahren für ausgewählte Produkte besonders geeignet sind und können die verschiedenen Schritte der Aufarbeitung differenzieren und zu beurteilen.</i></p> <p><i>Basierend auf diesen Grundlagen lernen die Studierenden Aspekte einer nachhaltigeren Produktion kennen und können diese kritisch bewerten, z.B. im Hinblick auf den Scale-up biotechnologischer Prozesse, Betriebs- und Energiekostenabschätzung, Wahl</i></p>

	<p>nachhaltigerer Medienkomponenten aus Roh- und Reststoffen der Agrarindustrie, oder Qualitätskontrolle und -sicherung. Nicht zuletzt lernen Studierende als interdisziplinäre Schnittstelle zwischen Bio- und Ingenieurwissenschaften zu fungieren und mit beiden Disziplinen fachübergreifende Projektaufgaben im Team zu formulieren und zu lösen.</p>
Inhalt:	<p><u>Vorlesung/Seminar</u></p> <p>Technische Mikrobiologie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vorstellung, Einsatz und Entwicklung mikrobieller Produktionsstämme • Stammhaltung und -pflege; Einsatzbereiche für technische Enzyme • Biotechnologische Grundlagen: Bioprozess- und Wachstumskinetik; Leistungseinträge, Transportvorgänge, Sterilisation, Maßstabübertragungen • Mikrobielle Prozesse: Kultivierung von Bakterien, Pilzen, Viren, Säugerzellen • Aufarbeitung: Fest-/Flüssigtrennung, Isolierung; Reinigung; Konzentrierung • Moderne nachhaltige Konzepte: Reduktion der Energiekosten, Kreislaufbetrachtungen, Co-Kultivierungen, Nachhaltige Nährmedien
	<p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit (NBCT):</u></p> <p>Es werden nachhaltige Konzepte zur Herstellung und Produktion von Zellen und Wirkstoffen erarbeitet und kritisch beleuchtet. Der Schwerpunkt liegt auf nachhaltigeren Medien, Reduktion der Energie- und Materialkosten und neuartigen Kreislaufkonzepten.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<p>Klausur: 90 Minuten</p> <p><u>Modulnote:</u> Klausur 100%</p>
Medienformen:	<p>Interaktive Vorlesungen mit Videosequenzen, Workshops, Besprechen von Übungsfragen</p>
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • Renneberg R., Berkling V.: <i>Biotechnologie für Einsteiger</i> 5. Aufl., Verlag Springer Spektrum, 2018 • Sahm, G. Anthranikian, et al.: <i>Industrielle Mikrobiologie</i>. Springer Spektrum Heidelberg (2013) • Steinbüchel, F. B. Oppermann-Sanio: <i>Mikrobiologisches Praktikum</i>, 2. Auflage. Springer Spektrum Heidelberg (2013) • Chmiel, H. et al.: <i>Bioprozesstechnik</i>, 4. Auflage. Spektrum – Akademischer Verlag Heidelberg (2018)

Modulbezeichnung:	Nachhaltiger Pflanzenschutz und Bioremediation
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>NPB</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Desiree Jakobs-Schönwandt</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Desiree Jakobs-Schönwandt</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2 SWS Seminar/2 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte (ECTS):	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>Bestehen aller Prüfungsleistungen des ersten Studienjahres</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>-</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden können die Grundlagen des aktuellen Pflanzenschutzes wiedergeben und besonders im Hinblick auf Nachhaltigkeitsaspekte kritisch bewerten. Die Studierenden sind nach Abschluss des Moduls in der Lage, die grundlegenden Probleme des modernen Pflanzenschutzes zu erläutern, zu bewerten und grundlegende Lösungsvorschläge zu unterbreiten. Sie sind zudem in der Lage, die Auswirkungen von Trockenheit, Starkregenereignissen und invasiven Arten zu beurteilen und auch hier Ideen für eine nachhaltigere Produktion von Lebensmittel vorzuschlagen.</i>
Inhalt:	<p>Vorlesung/Seminar</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen des Pflanzenschutzes • Einsatz von Fungiziden, Herbiziden und Insektiziden • Einsatz von Düngern und Auswirkungen auf den Wasserkreislauf • Entfernung von Schadstoffen aus dem Boden mit Bioremediation • Molekulare Phytomedizin • Ackerbau und Fruchtfolge • Biologischer Pflanzenschutz • Biodiversität und Artenschutz • Bienen und Bestäuber <ul style="list-style-type: none"> • Transgene Ansätze vs. Resistenzzüchtung und neuartige RNA-Interferenz (RNAi) Ansätze • Formulierungen für den biologischen Pflanzenschutz

	<p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit (NBCT):</u></p> <p><i>Der Pflanzenschutz und damit die Sicherung unserer Nahrungsgrundlagen ist eine der zentralen gesellschaftlichen Herausforderungen. Seit einigen Jahren kann ein Wandel weg von rein chemischen Wirkstoffen hin zu mehr nachhaltigen Ansätzen beobachtet werden. Durch das Verbot vieler chemischer Wirkstoffe entsteht jedoch nicht selten eine Lücke in der Bekämpfung. In diesem Modul sollen daher Ansätze diskutiert werden, um die Lücke zu schließen. Die Folgen des Klimawandels müssen in die Betrachtungen mit einbezogen werden.</i></p>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<p><i>Klausur: 90 Minuten</i></p> <p><u>Modulnote:</u> Klausur 100%</p>
Medienformen:	<i>Interaktive Vorlesungen mit Videosequenzen, Workshops, Besprechen von Übungsfragen und aktueller Literatur</i>
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Poehling H., Verret, J.: Lehrbuch der Phytomedizin, 4. Auflage 2013, Ulmer Verlag, ISBN 978-3-8001-5164-6.</i> • <i>Hallmann, J. Phytomedizin, 3. Aufl., 2019, Ulme/ utb Verlag ISBN: 9783825252618</i> • <i>Börner, H., Schlüter, K. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz, 8. Auflage ISBN: 9783540490678</i> • <i>Gehring, K. et al.: Chemischer Pflanzenschutz im Ackerbau: Wirkstoffe, Technik, Anwendung Erling Verlag, 1. Aufl 2021, ISBN 3862631737</i> • <i>Witschel, M. et al.: Modern Methods in Crop Protection Research Wiley-VCH 2012, ISBN: 9783527655922,</i>

Modulbezeichnung:	Bioanalytik
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>BAN</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>3. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Katrin Grammann</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Katrin Grammann</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische u. chemische Technologien B. Sc. (NBCT) WPI-Modul Molekulare Biologie B.Sc.(MolBio) Pflicht-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/ 3 SWS Übungen/ 1 SWS Praktikum/ 1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 75 h Präsenz- und 105 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>Voraussetzung für die Teilnahme am Praktikum: Erfolgreiche Teilnahme am chemischen Einführungspraktikum (CEP) und eine obligatorische Sicherheitsbelehrung</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Module des Studiengangs Molekulare Biologie: Grundlagen der Molekularen Biologie, Genetik, Biochemie</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden sind in der Lage, Methoden über das breite Spektrum an modernen analytischen und biochemischen Methoden für Biomoleküle und Zellen zu benennen und die theoretischen Hintergründe zu erläutern. Sie können grundlegende und fortgeschrittene molekularbiologische und biochemische Methoden anwenden und auswerten. Für unterschiedliche Fragestellungen können sie aus dem Laboralltag geeignete Analysemethoden benennen und beschreiben.</i>
Inhalt:	<u><i>Vorlesung:</i></u> <ul style="list-style-type: none"> - Nukleinsäureanalytik mit Hybridisierung, Massively Parallel Sequencing Techniken, DNA-Chip Technologie, Real-time PCR - Proteinanalytik über Gelelektrophorese, Proteinaufreinigung über verschiedene chromatographische Techniken, Methoden der Proteomanalyse, Methoden der Proteinbestimmung, Proteinfällung - Zellanalytik mit Hilfe Fluoreszenz-basierter Methoden (Mikroskopie, Durchflusszytometrie) - Analysemethoden für Metabolite - Immunoassay, ELISA
	<u><i>Praktikum:</i></u> <i>Quantitative Bestimmung von GVO-DNA in Lebens- und Futtermitteln DNA-Isolierung und quantitative Real-time PCR</i>

	<p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit:</u> <i>In der Veranstaltung werden keine Inhalte behandelt, die explizite Beziehung zum Thema Nachhaltigkeit aufweisen. Allerdings werden hier grundlegende Methoden vermittelt, die im Bioengineering z.B. bei der Entwicklung von Biokatalysatoren zum Einsatz kommen.</i></p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</p>	<p><i>Klausur: 90 Min; Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum Modulnote: Prüfungsteilleistung, Klausur: 85%; Praktikum mit Abgabe eines Protokolls: 15%</i></p>
<p>Medienformen:</p>	<p><i>Tafel, Powerpoint-Präsentation, digitale Medienformate</i></p>
<p>Literatur:</p>	<p><i>Lottspeich & Engels, Bioanalytik (Spektrum Akademischer Verlag)</i></p>

Modulbezeichnung:	Biomaterialien und Tissue Engineering
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>BMT</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>V.-Prof. Dr. Christian Hiepen</i>
Dozent(in):	<i>V.-Prof. Dr. Christian Hiepen</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Molekulare Biologie B.Sc. (WP1-Modul)</i> <i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (WP1-Modul)</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2 SWS</i> <i>Seminar/1 SWS</i> <i>Praktikum/1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte (ECTS):	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>Bestehen aller Prüfungsleistungen des ersten Studienjahres</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	-
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden haben einen Überblick über eingesetzte Biomaterialien sowie deren unterschiedliche Herstellung und können die spezifischen Anforderungen erklären. Sie verstehen Designkonzepte aus der Natur im Biomaterialbereich und können diese erklären.</i> <i>Sie haben die fachliche Kompetenz, Experimente mit Gewebezüchtungen hinsichtlich verbesserter Aussagekraft gegenüber Versuchen am Tiermodell einzuschätzen und ethische Aspekte im Umgang mit Implantaten, Transplantaten und des Tissue Engineerings zu beurteilen.</i> <i>Nicht zuletzt lernen Studierende als interdisziplinäre Schnittstelle zwischen Bio- und Ingenieurwissenschaften zu fungieren und mit beiden Disziplinen fachübergreifende Projektaufgaben im Team zu formulieren und zu lösen.</i>
Inhalt:	<u><i>Vorlesung:</i></u> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Kommerziell verfügbare Biomaterialien bei temporären oder dauerhaftem Körperkontakt (Knochen, Gewebe, Blutkontakt) und Stand der Forschung;</i> • <i>Biomimetische und bio-inspirierte Materialien;</i> • <i>Herstellung von Biomaterialien;</i> • <i>Biokompatible Materialien, Polymere und Metalle; Biokeramik;</i> • <i>Grundlagen zu Methoden und Analyse von Materialeigenschaften</i> • <i>Verfahren der Oberflächenmodifizierung;</i> • <i>Physikalische Chemie der Grenzflächen;</i> • <i>Biomaterialien als Sensorgrenzflächen zur Analyse biologischer Grundlagen mit Anwendungsbeispielen</i> • <i>Spezifische Bioaktivierung von Implantat-Oberflächen; Optimierung und Charakterisierung der Biokompatibilität und Biofunktionalität;</i>

	<ul style="list-style-type: none"> • Grundlagen der Zell-zu-Biomaterial Interaktion, Grundlagen zu zellulären Adhäsionskomplexen und deren Signalgebung, Extrazelluläre Matrix, • Wundheilung; Vaskuläre Implantate; Humane 3D Tissue Modelle, biologische und synthetische Trägermaterialien, • Prozesstechnik für die Herstellung von Gewebemodellen für die Wirkstofftestung, Toxikologische Screenings und Konzept der "miniaturisierten Zwillinge" zur personalisierten Medizin • Stammzelltechnologien mit Anwendungsbeispielen in der Biomedizin
	<p><u>Praktische Übungen:</u> (in kleineren kooperierenden Projektteams): Entwicklung ausgewählter Tissue Engineering Designkonzepte; : 1. Differenzierung von Osteoblasten zu mineralisierenden Gewebekulturen und Besiedelung von Trägermaterialien geeignet für die Implantation im Knochen. 2. Etablierung von zuckenden Kardiomyozyten aus murinen Stammzellen über die Bildung 3dimensionaler „Embryoid Bodies“. 3. Etablierung eines kleinen Bioreaktors zur Applikation von Schubspannung auf humane Endothelzellen zur Simulation von Blutfluss im Labor. 4. Etablierung weicher Zellkultur Oberflächen durch Nutzung von chemischen Polymeren sowie deren Biofunktionalisierung mit extrazellulärer Matrix und Zellen.</p> <p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit (NBCT):</u> Neue Wege zur Vermeidung von Tierversuchen mittels Tissue Engineering und Nachhaltigkeit im Sinne alternativer In-Vitro-Testsysteme, die Tierversuche ersetzen können. Ressourcen schonendes R&D: Miniaturisierung human- relevanter Testsysteme für skalierbare Wirkstoff- und Toxizitätstests; Etablierung neuartiger, natürlich inspirierter (Bio)Materialien für den Einsatz in der regenerativen Biomedizin (alternde Gesellschaft)</p>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<p>Mündliche Prüfung: max. 45 min; erfolgreiche Teilnahme am Seminar/Praktikum</p> <p><u>Modulnote:</u> Prüfungsteilleistungen: Mündliche Prüfung: 70%; Seminar/Praktikum: 30%</p>
Medienformen:	<p><u>Vorlesungen/Seminar</u> (Tafel, PowerPoint), <u>praktische Übungen im Labor</u></p>
Literatur:	<p>Wird zu Beginn der Lehrveranstaltung und in Moodle bekannt gegeben</p>

Modulbezeichnung:	Umweltanalytik
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>UWA</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Ingo Tausendfreund</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Ingo Tausendfreund</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc (NBCT). WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Seminar/ 2 SWS Übungen/ 2 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Analytische Chemie, Instrumentelle Analytik</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Geeignete Techniken für die Entnahme gasförmiger, flüssiger und fester Umweltproben auszuwählen und anzuwenden.</i> - <i>Extraktionstechniken zur Abtrennung von Matrix und oder Anreicherung von Analyten zu benennen und ihre Funktion zu beschreiben sowie ihre Einsatzgebiete zu definieren.</i> - <i>Aufschlusstechniken zur Vorbereitung von festen und flüssigen Umweltproben auf spektrometrische Analysen zu wählen.</i> - <i>Analytisch bedeutende Summenparameter zu erläutern, die Vor- und Nachteile des jeweiligen Parameters abzuschätzen und Nutzen und Grenzen in der analytischen Praxis abzuleiten.</i> - <i>Aufbau, Funktionsprinzip und Einsatzbereiche spektroskopischer, spektrometrischer und chromatografischer Verfahren zu beschreiben.</i> - <i>Methoden für die spurenanalytische Messung umweltrelevanter Analyte systematisch zu entwickeln, zu optimieren und zu validieren.</i> - <i>In Abhängigkeit von der analytischen Fragestellung geeignete Kalibriertechniken zu wählen, die Kalibrierung durchzuführen und die Messergebnisse zu evaluieren.</i> - <i>Geeignete Verfahren für eine analytische Fragestellung auszuwählen und korrekt anzuwenden. Die Studierenden evaluieren und optimieren grundlegende Prozesse. Sie ermitteln und hinterfragen analytische Ergebnisse und beurteilen diese auf Basis statistischer Parameter. Sie dokumentieren und präsentieren ihre Ergebnisse in übersichtliche Form.</i>

	<ul style="list-style-type: none"> - Die Studierenden sind in der Lage, in Vorlesung und Übung erlangtes Wissen, zur Beantwortung laborpraktischer Fragestellungen im Praktikum anzuwenden.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - Anwendungsbereiche der Umweltanalytik - Gesetzliche Vorschriften - Probennahmetechniken für flüssige, gasförmige und feste Proben - Aufschlusstechniken (S7, Mikrowellendruckaufschlüsse) - Extraktionstechniken (LLE, SPE, SPME, DHS) - Summenparameter (DOC, TOC, TIC, TC, TNb, AOX, EOX, CSB, BSB...) - Chromatografische Verfahren zur Bestimmung von Summenparametern: KW-Index, MOSH-MOAH, PAK, PCB, Dioxin, BTEX - Spurenanalytische Verfahren in der Umweltanalytik (GC-MS, LC-MS, LC-MS/MS) - Methodenentwicklung, Optimierung und Validierung <p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit:</u> Die Umweltanalytik dient zur Überwachung der Reinhaltung von Boden, Wasser, Luft, Flora und Fauna. Sie bildet damit die Grundlage für die Ermittlung von Umweltbelastungen und die Kontrolle von Sanierungsmaßnahmen. Umweltanalytik überprüft insbesondere die Nachhaltigkeit von Produktionsprozessen, indem Emissionen qualitativ und quantitativ ermittelt werden.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	Benotete Klausur (120 min) = 100 % Prüfungsleistung
Medienformen:	Interaktive Tafel, Tafel, Skript, analytische Geräte und deren Baugruppen, live-Analysen
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> - M. Otto: Analytische Chemie, 3. Auflage, Wiley-VCH 2006 - G. Schwedt: Analytische Chemie; Grundlagen, Methoden, Praxis, Wiley-VCH (Georg Thieme Verlag) 1995 - K. Camman (Hrsg.): Instrumentelle Analytische Chemie, Verfahren, Anwendungen, Qualitätssicherung, Spektrum-Verlag 2001 - Th. Meyer: Fachwissen Chemie, Europa-Lehrmittelverlag 2020 - Skoog; Leary: Instrumentelle Analytik; Springer 1996 - Kromidas - Handbuch Validierung in der Analytik - 2000

Modulbezeichnung:	Hochauflösende Massenspektrometrie
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>HRMS</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Ingo Tausendfreund</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Ingo Tausendfreund</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc (NBCT). WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Seminar/4 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Leistungspunkte (ECTS):	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Grundkenntnisse Massenspektrometrie, Chromatografie, chromatografische Kennzahlen, Grundlagen der Statistik, Säure-Base-Reaktionen (pH, pOH, pK_s, pK_b), Datenverarbeitung, Mathematik</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<p><i>Die Studierenden erweitern und vertiefen ihr Wissen, ihre Kompetenzen und Fertigkeiten im Bereich der hochauflösenden Massenspektrometrie mit und ohne Kopplung an chromatografische Trenntechniken. Sie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>• kennen das Prinzip chromatografischer Verfahren und verfügen über das Wissen zu ihrer Optimierung und Anwendung</i> <i>• kennen hochauflösende Massenanalytoren (Orbitrap, QTOF, FT-ICR-MS)</i> <i>• beherrschen die Anwendung der Techniken zur Substanzidentifikation über die exakte Masse, Isotopenverhältnisse, Fragmentierungsreaktionen</i> <i>• sind in der Lage, systematisch unbekannte Analyte mit professionellen Programmen der Datenauswertung durch Datenbankrecherche und Generierung von Summenformeln zu qualifizieren und die Qualität der Ergebnisse zu evaluieren</i> <i>• sind in der Lage, mit statistischen Programmen aus Messdaten Korrelationen abzuleiten und Vorhersagemodelle zu entwickeln, die zur Identifikation von Lebensmitteln, Genussmitteln und anderen natürlichen und synthetischen Produkten dienen</i> <i>• entwickeln systematisch Methoden zur selektiven und hochempfindlichen Quantifizierung, evaluieren und optimieren komplexe analytische Prozesse.</i> <i>• sind in der Lage, Informationen in deutscher oder englischer Sprache über Literatur und durch Suche in Online-Bibliotheken zu beschaffen, zu strukturieren und zu bewerten.</i> <i>• arbeiten im Team und sind fähig, Aufgaben und Verantwortung bei der Zusammenarbeit zu übernehmen.</i>

<p>Inhalt:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederholende Vertiefung der Grundlagen der Chromatographie • Ionenquellen: EI, CI, ESI, APCI, Maldi • Massenfilter niedriger Auflösung: Q, IT • Hochauflösende massenspektrometrische Verfahren (Orbitrap, TOF, FT-ICR-MS) • Tandem-MS QTOF • MS-Auflösung: R, R_{FWHM}, exakte Masse, Massenfehler • Isotopenverhältnisse • Messmodi: MS only, MS all ions, auto MS/MS, targeted MS/MS • Aufnahme von Messdaten • qualitative Auswertung von HRMS-Messungen (MFE) • Generierung von Summenformeln auf Basis der exakten Masse und Isotopenverhältnisse • Datenbankrecherche • Anwendung, Bearbeitung und Erstellung von Datenbanken (PCDL) • Grundlagen statistischer Programme zur Auswertung großer Datenmengen (z. B. MassProfilerProfessional) <p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit (NBCT):</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hochauflösende Massenspektrometrie erweitert die Werkzeugpalette zur Bewertung, Überwachung und Steuerung chemischer und biologischer Produktionsprozesse.
<p>Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</p>	<p>Dokumentation und Präsentation eines Laborauftrags zur Identifikation einer unbekanntes Verbindung mit HRMS, Präsentation (30 min) und mündliche Prüfung (30 Minuten)</p> <p><u>Modulnote: 20 % Dokumentation, 30 % Präsentation und 50 % mündliche Prüfung</u></p>
<p>Medienformen:</p>	<p>Interaktive Tafel, Tafel, Skript, analytische Geräte und deren Baugruppen, live-Analysen, Analysenaufträge, direkt- und remote-Steuerung analytischer Geräte</p>
<p>Literatur:</p>	<p>M. Otto: Analytische Chemie, 3. Auflage, Wiley-VCH 2006 G. Schwedt: Analytische Chemie; Grundlagen, Methoden, Praxis, Wiley-VCH (Georg Thieme Verlag) 1995 K. Camman (Hrsg.): Instrumentelle Analytische Chemie, Verfahren, Anwendungen, Qualitätssicherung, Spektrum-Verlag 2001 T. Meyer: Fachwissen Chemie, Europa-Lehrmittelverlag 2020 D.A. Skoog et al.: Instrumentelle Analytik; Springer 2013</p>

Modulbezeichnung:	Chromatografische Trennmethoden und Automatisierung
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>CTA</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Ingo Tausendfreund</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Ingo Tausendfreund</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc (NBCT). WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Seminar/ 4 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 SWS, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Leistungspunkte (ECTS):	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Grundkenntnisse Chromatografie, chromatografische Kennzahlen, Grundlagen der Statistik, Säure-Base-Reaktionen (pH, pOH, pK_s, pK_b), Datenverarbeitung, Mathematik</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<p><i>Die Studierenden erweitern und vertiefen ihr Wissen, ihre Kompetenzen und Fertigkeiten im Bereich der Chromatografie und automatisierter Probenvorbereitung. Sie</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>• kennen das Prinzip chromatografischer Verfahren und verfügen über das Wissen zu ihrer Optimierung und Anwendung</i> <i>• beherrschen die Übertragung von HPLC-Methoden auf UPLC zur Optimierung von Probendurchsatz, Empfindlichkeit und Auflösung</i> <i>• sind in der Lage, für den Methodentransfer von HPLC auf UPLC Vorhersagen zu chromatografischen Parametern wie t_R, N, H, R_s, k, α, p, F zu treffen</i> <i>• sind in der Lage, systematisch unbekannte Analyte über Retentionsindices zu identifizieren</i> <i>• beherrschen Strategien zur chromatografischen Identifikation von Analyten</i> <i>• können für analytische Fragestellungen Detektoren entsprechender Selektivität und Empfindlichkeit wählen</i> <i>• kennen verschiedene Probenvorbereitungstechniken (LLE, SPE, SPME, HS, IEX, TDU, Derivatisierung) und ihre Anwendung</i> <i>• sind der Lage, Laborroboter für die vollautomatische Probenvorbereitung und Analyse zu programmieren</i> <i>• sind in der Lage, Informationen in deutscher oder englischer Sprache über Literatur und durch Suche in Online-Bibliotheken zu beschaffen, zu strukturieren und zu bewerten.</i> <i>• arbeiten im Team und sind fähig, Aufgaben und Verantwortung bei der Zusammenarbeit zu übernehmen.</i>

	<p><i>Bezug zur Nachhaltigkeit (NBCT):</i></p> <p><i>Chromatografische Trennverfahren dienen der Überwachung der Reinhaltung von Boden, Wasser, Luft, Flora und Fauna. Das hohe Probenaufkommen in den Laboratorien erfordert einen hohen Automatisierungsgrad und optimierte Trennverfahren. Beides bildet damit die Grundlage für die Ermittlung von Umweltbelastungen und die Kontrolle von Sanierungsmaßnahmen sowie eine Bewertung der Nachhaltigkeit von Produktionsprozessen, indem Emissionen qualitativ und quantitativ vollautomatisch und zeitoptimiert ermittelt werden.</i></p>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederholende Vertiefung der Grundlagen der Chromatographie • GC • HPLC, UPLC, IC • Extraktionstechniken: LLE, SPE, SPME, HS-SPME, IEX, TDU • Derivatisierung • Retentionsindices <p><i>Automatisierungstechnik</i></p>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten	<p><i>Laborauftrag zur Identifikation und Quantifizierung einer unbekanntem Verbindung mit GC oder HPLC, Dokumentation oder Präsentation (30 min), Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten</i></p> <p><i>Modulnote: 30 % Dokumentation oder Präsentation des Laborauftrags, 70% Klausur oder mündliche Prüfung</i></p>
Medienformen:	<p><i>Interaktive Tafel, Tafel, Skript, analytische Geräte und deren Baugruppen, live-Analysen, Analysenaufträge, direkt- und remote-Steuerung analytischer Geräte und Laborroboter</i></p>
Literatur:	<p><i>M. Otto: Analytische Chemie, 3. Auflage, Wiley-VCH 2006</i></p> <p><i>G. Schwedt: Analytische Chemie; Grundlagen, Methoden, Praxis, Wiley-VCH (Georg Thieme Verlag) 1995</i></p> <p><i>K. Camman (Hrsg.): Instrumentelle Analytische Chemie, Verfahren, Anwendungen, Qualitätssicherung, Spektrum-Verlag 2001</i></p> <p><i>T. Meyer: Fachwissen Chemie, Europa-Lehrmittelverlag 2020</i></p> <p><i>D.A. Skoog et al.: Instrumentelle Analytik; Springer 2013</i></p>

Modulbezeichnung:	Toxikologie und Pharmakologie
Modulniveau	<i>Bachelor</i>
Kürzel	TXP
Lehrveranstaltungen:	<i>Vorlesung, Seminar</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>3.Studienjahr / ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Bernd Schubert</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Bernd Schubert</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum	<i>Molekulare Biologie B.Sc. (MoBio), Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT), Chemie B.Sc. WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>4 SWS (3V/1S)</i>
Arbeitsaufwand:	<i>60 h Präsenzzeit + 120 h Selbststudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	<i>Bestehen aller Prüfungsleistungen des ersten Studienjahres</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>-</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden haben einen Überblick über pharmakologische und toxikologische Prinzipien sowohl auf individueller als auch auf umweltbezogener Ebene. Die Studierenden können toxikologische Eigenschaften ausgesuchter Stoffe erkennen und bewerten. Sie können Grundsätze der Pharmako-/Toxikodynamik und Pharmako-/Toxikokinetik anwenden. Sie können toxikologische Grenz-/Orientierungswerte interpretieren. Sie erkennen toxikologische Wirkungen und können sie beschreiben. Die Studierenden können umwelttoxikologische Maßnahmen im Zusammenhang mit toxikologischen Fragestellungen anwenden. Sie können allgemeine und spezifische Hilfsmaßnahmen bei toxikologischen Unfällen durchführen.</i>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Grundlagen der Toxikologie und Pharmakologie, Toxikodynamik und Toxikokinetik sowohl auf individueller als auch umweltbezogener Ebene,</i> • <i>Ermittlung und Bewertung toxikologischer Eigenschaften ausgesuchter Stoffe; toxikologische Grenz-/Orientierungswerte</i> • <i>Grundlagen der Bewertungen toxikologisch relevanter Stoffe;</i> • <i>Erste Hilfe bei toxikologischen Unfällen</i>

	<p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit:</u> <i>In der Veranstaltung werden keine Inhalte behandelt, die explizite Beziehung zum Thema Nachhaltigkeit aufweisen. Allerdings werden hier Grundlagen gelegt, die für toxikologische Aspekte bei Anwendung von nachhaltigen biologischen und chemischen Technologien relevant sind: Dazu bedarf es der hier erworbenen Grundkenntnisse in Toxikodynamik und Toxikokinetik, toxikologische Grenz-/Orientierungswerten und toxikologischen Wirkungen</i></p>
Studien-/Prüfungsleistungen / Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten	<p><i>Benotete Klausur: 120 min = 100% Prüfungsleistung</i></p>
Medienformen:	<p><i>Vorlesungen/Seminar (Tafel, elektronische Medien)</i></p>
Literatur:	<p><i>Lüllmann, Mohr, Hein, Taschenatlas Pharmakologie (Thieme) Reichl, Taschenatlas Toxikologie (Thieme)</i></p>

Modulbezeichnung:	Nachhaltige Umwelttechnologie
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>NUT</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Mark Steinmann</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Mark Steinmann</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige Biologische und Chemische Technologien (NBCT) B. Sc. Chemie B. Sc. WPI.Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Seminar/3 SWS, Übung/1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Grundlagen der Chemie</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<p><i>Die Studierenden</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <i>• wenden grundsätzliche Methoden der Wasseraufbereitung an, um verschiedene Wasserqualitäten herzustellen</i> <i>• wenden naturwissenschaftliche Prinzipien auf konkrete umwelttechnische Probleme an</i> <i>• kennen die grundlegenden Techniken zur Abwasser-/Abluft-/Abgasreinigung (Primär- und Sekundärmaßnahmen)</i> <i>• verstehen die gesellschaftliche und wirtschaftliche Bedeutung der Umwelttechnik.</i>
Inhalt:	<p>Wasseraufbereitung <i>Wasservorkommen und Wasserqualität; chemische, physikalische und biologische Wasseraufbereitungsschritte; Wasserhärte: Calcit-Gleichgewicht; Desinfektion des Trinkwassers; Trinkwasserauf-bereitungsverfahren; Rein- und Reinstwasser</i></p> <p>Abwasserbehandlungstechniken <i>Abwasserarten und -beschaffenheit; Produktionsintegrierte Maßnahmen zur Vermeidung von Abwasser; chemische, physikalische und biologische Abwasserbehandlung; Schlammbehandlung</i></p> <p>Luftreinhaltung/Abgasreinigung <i>Atmosphäre; Primärmaßnahmen zur Verringerung und Vermeidung luftseitiger Emissionen; Emissionen aus Verbrennungsprozessen; chemische, physikalische und biologische Abgasreinigung; Kfz-Abgasreinigung</i></p> <p>Umweltschutz</p>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<p><i>Prüfung: Klausur 120 Minuten oder mündliche Prüfung 30 Minuten und/oder Vortrag</i></p> <p><i>Note der Prüfung = 100 % Prüfungsleistung</i></p>

Medienformen:	<i>Tafel, Präsentation, Whiteboard</i>
Literatur:	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Vorlesungsunterlagen</i> • <i>Görner, Hübner: Umweltschutztechnik, Springer Verlag</i> • <i>Bank: Basiswissen Umwelttechnik, Vogel Buchverlag</i> • <i>Stefan: Wasseraufbereitung, Chemie und chemische Verfahrenstechnik, VDI</i> • <i>Mudrack: Biologie der Abwasserreinigung, Spektrum Akademischer Verlag</i> • <i>Janke: Umweltbiotechnik, UTB</i>

Modulbezeichnung:	Life Cycle Assessment
ggf. Modulniveau	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel	<i>LCA</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Studiensemester/ 1 Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Rainer Ostermann</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Rainer Ostermann, N.N.</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum	<i>Chemie B.Sc. Nachhaltige Biologische und Chemische Technologien B.Sc. (NBCT) WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/ 2 SWS Seminar/ 1 SWS Übung/ 1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	-
Empfohlene Voraussetzungen:	-
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden können die ISO 14040/44 (Ökobilanzierung) interpretieren und auslegen, haben zwei Fallbeispiele im Detail analysiert und eine LCA-Untersuchung selbstständig mit einer aktuellen Software durchgeführt. Sie sind vertraut mit den theoretischen Grundlagen, Möglichkeiten und Grenzen von LCA und bewerten die Ergebnisse der umfangreichen und komplexen Modelle, auch im Vergleich zu klassischen Energieeffizienz- und Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen.</i>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Einführung in Nachhaltigkeitsanalysen – ökologische, ökonomische und soziale Aspekte von Prozessen und Produkten • Grundlagen und Anwendung von Stoffstromanalysen • Masse- und Energiebilanzen • Grundlagen zur ISO 14040/44 (Ökobilanzierung) und LCA (Life Cycle Assessment) • Ganzheitliche Bilanzierung (GaBi) • Ökologische Bewertung von Produktions- und Verwertungswegen • LCA Software (open LCA, Gabi, usw.) • Artverwandte“ Methoden (Carbon/Water Footprint, KEA, Hybrid LCA...)
Studien-/Prüfungsleistungen / Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten	<i>Die Prüfungsleistung wird zu 30% in Form einer Präsentation (15 min) und zu 70% einer Projekt-/Hausarbeit erbracht.</i>
Medienformen:	<i>Tafel, Power-Point-Präsentation, Übungsblätter</i>
Literatur:	<i>Eine Liste aktueller Fachliteratur wird den Studierenden zu Beginn der LV in einem Praktikumsskript zur Verfügung gestellt.</i>

Modulbezeichnung:	Laborpraxis und Projektmanagement Nachhaltige Biotechnologie
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>LPB</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Katrin Grammann</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Katrin Grammann, Prof. Dr. Frank Eiden, Prof. Dr. Michael Veith, Prof. Dr. Desiree Jakobs-Schönwandt</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) WPI-Modul)</i>
Lehrform/SWS:	<i>Forschungspraktikum (in Teams à 1-2 Studierende) (Projektarbeit im Labor anhand eines vorgegebenen Themas, Ergebnisevaluation im Austausch mit Professor*in)</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>Bestehen aller Prüfungsleistungen des ersten Studienjahres</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Kenntnisse und Interesse aus dem Bereichen Biologie, Physikalische Chemie und Analytik</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden sind in der Lage, die im Handlungsfeld Nachhaltige Biotechnologie gestellten wissenschaftlichen Aufgaben systematisch und selbstorganisiert mittels Projektarbeit in Teams abzuarbeiten, die dazu notwendigen Laborgeräte und -methoden zu nutzen, Ergebnisse zu bewerten und in die weitere Versuchsplanung mit einfließen zu lassen. Die Studierenden entwickeln/professionalisieren ihr wissenschaftliches Selbstverständnis durch Kommunikation und Kooperation, indem sie den jeweiligen Status ihrer Arbeitsergebnisse visualisieren und in Teambesprechungen präsentieren, diese theorie- und methodengeleitet begründen und in der Gruppendiskussionen oder in Form von Laborberichten ggf. optimierte Lösungsansätze für ihre Aufgabenstellungen entwickeln.</i>
Inhalt:	<i>Einsatz von Analysegeräten aus dem Bereich Bioanalytik, Biophysik und Bio-Nanotechnologie, Einsatz von Auswerte- und Dokumentationssoftware, Kultivierung von Mikroorganismen in unterschiedlichen Maßstäben, Probennahme, Aufreinigungstechniken, Kennenlernen und Erleben der Grundlagen des agilen Projektmanagements in Bezug auf Nutzung direkter und kurzer Kommunikationswege, Teammitglieder auf denselben Wissensstand bringen, kurzfristige Änderungen der Herangehensweise bei unvorhersehbaren Ergebnissen, agiles Arbeiten in vertrauter Teamatmosphäre.</i>

	<p><i>Training von Projektmanagement-relevanten Soft Skills wie Eigeninitiative, Vernetztes Denken, Flexibilität und Kooperation und Konfliktfähigkeit bei der Arbeit im Team.</i></p> <p><i>Konzeption und Verfassen wissenschaftlicher Berichte</i></p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</p>	<p><i>Projektbericht und praktische Tätigkeit</i></p> <p><i>Note des Projektberichts = 100 % Prüfungsleistung</i></p>
<p>Medienformen:</p>	<p><i>Tafel, Powerpoint-Präsentation, digitale Medienformate, Flip-Chart, Moderationskarten</i></p>
<p>Literatur:</p>	

Modulbezeichnung:	Sondergebiete Nachhaltige Biotechnologie
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel	<i>SGB</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Studiengang-/Programmverantwortliche</i>
Dozent(in):	<i>Lehrende des Fachbereichs</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Gemäß Absprache zu Beginn des Moduls zwischen dem/der Lehrenden und den Studierenden (benotet)</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>-</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden haben Kenntnisse auf besonderen, nicht alltäglichen Gebieten der Nachhaltigen Biotechnologie. Sie kennen die aktuellen Fragestellungen und können auf diesen Gebieten argumentieren. Die Studierenden haben durch die kommunikative Auseinandersetzung in der Übung studiengangbezogene personale Kompetenzen erworben.</i>
Inhalt:	<i>Aktuelle und moderne Gebiete der Nachhaltigen Biotechnologie Arbeiten mit englischen Texten.</i>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Gemäß Absprache zu Beginn des Moduls zwischen dem/der Lehrenden und den Studierenden (benotet)</i>
Medienformen:	<i>Tafel, Powerpoint-Präsentation, digitale Lehrformen, Moderationskarten</i>
Literatur:	<i>Wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben</i>

Modulbezeichnung:	Nachhaltige Chemie
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>NC</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>NN</i>
Dozent(in):	<i>NN</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Chemie B.Sc. Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2 SWS Seminar/2 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Organische Chemie Reaktionsmechanismen der Chemie</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden sind in der Lage die Nachhaltigkeit von ausgewählten Synthesen und Prozessen zu beurteilen. Die Studierenden haben Verständnis für die Erweiterung der Rohstoffbasis in der Chemie und die Bedeutung der katalytischen Prozessschritte für die Nachhaltigkeit von Syntheseverfahren.</i>
Inhalt:	<i>Nachhaltigkeit und Ökobilanzierung, Anwendungsbeispiele neuer Stoffe und Prozesse, Erweiterung der Rohstoffbasis, Lösemittelfreie Synthesen, Metallorganische Katalyse, Chemie und Recycling</i>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Klausur (120 min) und Seminarvortrag (15 min) Modulnote: 80% Klausur 20% Seminarvortrag</i>
Medienformen:	<i>Tafel, Power-Point-Präsentation</i>
Literatur:	<i>M. Lancaster, Green Chemistry: An Introductory Text, RSC R.A. Sheldon et al Green Chemistry and Catalysis, Wiley-VCH P.T. Anastas et al Innovations in Green Chemistry and Green Engineering C. Bliefert, Umweltchemie A. Behr, Angewandte homogene Katalyse, Wiley-VCH</i>

Modulbezeichnung:	Technische Chemie
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>TC</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Daniel Kadzimirsz</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Daniel Kadzimirsz</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige Biologische und Chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Chemie B.Sc. WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung /2 SWS Seminar/ 1 SWS Übung/ 1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Module Mathematik, Anorganische Chemie, Organische Chemie, Physikalische Chemie 1 und 2</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden können die wesentlichen Typen von chemischen Reaktoren und deren Eigenschaften einander gegenüberstellen und reale Reaktoren über Bilanzierung verstehen. Sie können die grundlegenden Methoden und Herangehensweisen zur Lösung reaktions- technischer Aufgabenstellungen anwenden und erläutern und reale Reaktoren durch Rückführung auf idealisierte Reaktoren analysieren und simulieren. Sie können über die Anwendung der Reaktionstechnik bestehende und neue Prozesse der Chemie- und Biotechnologie bewerten, insbesondere auch im Hinblick auf ökologische und ökonomische Aspekte. Sie verfügen über Abstraktionsvermögen, strukturieren Inhalte und leisten den Transfer zwischen textbasierten und mathematischen Formulierungen.</i>
Inhalt:	Chemische Reaktionstechnik: Reaktionslaufzahlen und stöchiometrische Bilanzen, Umsatz, Ausbeute, Selektivität bei einfachen und komplexen Reaktionen; Durchsatz, Leistung, Raum-Zeit-Ausbeute; Berechnung isothermer Idealreaktoren; Differentielle Stoffmengenbilanzen; Idealreaktoren (BR, PFTR, CSTR) und Hintereinanderschaltung/Kaskaden Verweilzeitverteilung in idealen und realen kontinuierlichen Reaktoren, sowie einfache und mehrparametrische Modelle, Makro- und Mikrovermischung, Segregation, Grundlagen heterogener Reaktionssysteme, Transport Chemietechnik und -produktion: Grundlagen von Sicherheits-, sowie Mess- und Regeltechnik, Energie- und Rohstoffversorgung, Koppelprodukte, Ressourcenschonung, Energieeffizienz, ökologische und ökonomische Nachhaltigkeit

	<p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit:</u> Aktuelle und zukünftige Ressourcenbasis (Energie- und Rohstoffquellen) der chemischen Industrie werden analysiert und der Wandel der Wertschöpfungsketten unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten diskutiert.</p>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Benotete Klausur (120 min) 100 % Prüfungsleistung</i>
Medienformen:	<i>Tafel, Power-Point-Präsentation, Übungsblätter</i>
Literatur:	<p><i>Müller-Erlwein, E.: Chemische Reaktionstechnik, Vieweg und Teubner</i> <i>Hagen, J.: Chemiereaktoren, Wiley-VCH</i> <i>Emig, E., Klemm, E.: Technische Chemie, Springer</i></p>

Modulbezeichnung:	Chemische Verfahren
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>CV</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Daniel Kadzimirsz</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Daniel Kadzimirsz</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige Biologische und Chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Chemie B.Sc. WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung /2 SWS Seminar/ 1 SWS Übung/ 1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	-
Empfohlene Voraussetzungen:	Vorkenntnisse in physikalischer, organischer und anorganischer Chemie
Angestrebte Lernergebnisse:	Die Studierenden kennen <ul style="list-style-type: none"> • Grundoperationen der Technischen Chemie in Aufbau, Funktion und Steuerungsmöglichkeit. • verstehen Produktionsverfahren der Wertschöpfungskette vom Rohöl über z.B. den C2- und C3-Schnitt hin zu Endprodukten. • kennen verschiedene Verfahrensvarianten und ihren jeweiligen Einfluss auf die Produkteigenschaften und können sie vergleichend diskutieren.
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • Einblicke in die Grundoperationen der Technischen Chemie am Beispiel der Reaktionstechnik und Rektifikation (McCabe-ThieleDiagramm), • Grundlagen der Verfahrensbeschreibung und -auswahl, • Beispiele Chemischer Verfahren und ihre Varianten, • Verständnis von Wertschöpfungsketten, Heterogene-, HomogeneKatalyse, Batch- und Conti-Produktion, • Überblick über die chemische Industrie in NRW.

Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Benotete Klausur (120 min) oder mündlicher Prüfung (30 min) = 100 % Prüfungsleistung</i>
Medienformen:	<i>Tafel, Power-Point-Präsentation, Übungsblätter</i>
Literatur:	Behr, A., Agar, D.W., Jörissen, J., Vorholt, A.J.: Einführung in die Technische Chemie, 2-Auflage, Springer-Verlag, 2016. Arpe, H.-J., Weissermel, K.: Industrielle Organische Chemie: Bedeutende Vor- und Zwischenprodukte, Wiley, 2007.

Modulbezeichnung:	Mikroreaktionstechnik
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>MRT</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Daniel Kadzimirsz</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Daniel Kadzimirsz</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2 SWS Übung/1 SWS Seminar/1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Grundlagen organische Chemie, physikalische Chemie</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<p><i>Die Studierenden sind in der Lage den Aufbau und die Herstellungsmethoden verschiedenster Mikroreaktoren und MRT- Systeme zu beschreiben. Sie haben die Grundlagen der Maßstabsvergrößerung und der Reaktionstechnik verstanden sowie die Wirkung von Mikroeffekten auf diese erkannt.</i></p> <p><i>Damit können sie im Sinne einer nachhaltigen Prozessintensivierung erkennen, ob eine chemische Reaktion vom klassischen Batchaufbau in eine kontinuierliche Prozessführung zu übertragen ist, und können für den Anwendungsfall einstufen ob es von Vorteil oder Nachteil ist Mikroeffekte zu nutzen.</i></p>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Einblicke in die Maßstabsvergrößerung und den Wärmetausch bei einfachen reaktionstechnischen Apparaten</i> - <i>Grundlagen der Reaktionstechnik (Satzreaktor, Kontinuierlicher Rührkessel, Strömungsrohr) und Mikroreaktionstechnik</i> - <i>Materialwahl, Aufbau und Herstellungsmethoden von Mikroreaktoren und MRT-Systemen</i> - <i>Anwendungen von ein- und zweistufigen MRT-Systemen, auch in Kombination mit Inline-Analytik</i> <p><u><i>Bezug zur Nachhaltigkeit:</i></u> <i>Betrachtung der MRT als Instrument zur nachhaltigen Prozessintensivierung und als Komponente in kompakten, mobilen Anlagen.</i></p>

Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Benotete Klausur (90 min) 100 % Prüfungsleistung</i>
Medienformen:	<i>Tafel, Power-Point-Präsentation, Übungsblätter</i>
Literatur:	<i>Eine Liste aktueller Fachliteratur und Online-Ressourcen wird den Studierenden zu Beginn der LV zur Verfügung gestellt.</i>

Modulbezeichnung:	Laborpraxis und Projektmanagement Green Chemistry und chemische Prozesse
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel	<i>LPC</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Rainer Ostermann</i>
Dozent(in):	<i>N.N.</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc.(NBCT) WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Seminar/1 SWS Projektarbeit/1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>-</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<p><i>Die Studierenden sind auf Basis von Literaturrecherchen in der Lage, die ihnen im Handlungsfeld Green Chemistry und chemische Prozesse gestellten wissenschaftlichen Fragestellungen systematisch und selbstorganisiert mittels Projektarbeit in Teams oder Gruppen zu planen, die dazu notwendigen Laborgeräte und -methoden kritisch zu bewerten und auszuwählen, die Versuchsplanung umzusetzen und die Ergebnisse kritisch zu reflektieren/zu bewerten.</i></p> <p><i>Die Studierenden entwickeln/professionalisieren ihr wissenschaftliches Selbstverständnis durch Kommunikation und Kooperation, indem sie den jeweiligen Status ihrer Arbeitsergebnisse visualisieren und präsentieren, diesen theorie- und methodengeleitet begründen und in der Gruppen- und Plenumsdiskussionen ggf. optimierte Lösungsansätze für ihre Aufgabenstellungen entwickeln.</i></p> <p><i>Durch kritisch-konstruktive Reflektion ihres Handelns prüfen und bewerten sie die Effektivität und Effizienz ihrer Lösungsansätze, die wirtschaftliche Relevanz und den Grad der Nachhaltigkeit mit Bezug auf die gesellschaftlichen Erwartungen und Folgen.</i></p>

	<p><i>Sie sind in der Lage, Entscheidungsvorschläge für zukünftige Handlungsfelder zu erarbeiten/zu entwickeln, zu argumentieren und zu diskutieren.</i></p> <p><i>Sie nutzen dazu Lern-, Labor- und Projektstagebücher.</i></p>
Inhalt:	<p><i>Einsatz von automatisierten Laborreaktoren, Arbeiten unter Sauerstoff- und Feuchtigkeitsausschluss, vergleichender Einsatz von Synthese- und Analysemethoden einschließlich Probennahme, Probenvorbereitung und Validierung der Methoden und Ergebnisse, Erstellung von Arbeitsvorschriften.</i></p> <p><i>Grundlagen des Projektmanagements, Moderationstechniken und Moderation von Gruppen, Grundlagen der Gruppen- und Teamarbeit, Kommunikation und Führung in Gruppen und Teams, Methoden der angewandten Problemlösung und Entscheidungsfindung, Informationsbeschaffung und Literaturrecherche, Aufgaben/Fragestellungen der Chemie, Versuchsplanung, Konzeption wissenschaftlicher Berichte</i></p>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<p><i>Projektbericht und praktische Tätigkeit Modulnote = Note des Projektberichts</i></p>
Medienformen:	<p><i>Themenspezifische Medienformen</i></p>
Literatur:	

Modulbezeichnung:	Sondergebiete Green Chemistry und Chemische Prozesse
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>SGC</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ein Semester (</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Studiengang-/Programmverantwortliche</i>
Dozent(in):	<i>Lehrende des Fachbereichs</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Gemäß Absprache zu Beginn des Moduls zwischen dem/der Lehrenden und den Studierenden (benotet)</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>-</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden haben Kenntnisse auf besonderen, nicht alltäglichen Gebieten Green Chemistry und Chemische Prozesse. Sie kennen die aktuellen Fragestellungen und können auf diesen Gebieten argumentieren. Die Studierenden haben durch die kommunikative Auseinandersetzung in der Übung studiengangbezogene personale Kompetenzen erworben.</i>
Inhalt:	<i>Aktuelle und moderne Gebiete der Green Chemistry und der chemischen Prozesse Arbeiten mit englischen Texten.</i>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Gemäß Absprache zu Beginn des Moduls zwischen dem/der Lehrenden und den Studierenden (benotet)</i>
Medienformen:	<i>Tafel, Powerpoint-Präsentationen, digitale Lehrmedien</i>
Literatur:	<i>Themenspezifische Literatur</i>

Modulbezeichnung:	Nachhaltige Werkstoffe
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>NAW</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>NN</i>
Dozent(in):	<i>NN</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Chemie B.Sc. WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2 SWS Übung/1 SWS Praktikum/1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>-</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Am Ende des Moduls sind die Studierenden in der Lage, relevante Fragestellungen der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik zu nachhaltigen Werkstoffen zu adressieren. Sie haben sich mit ausge- wählten Kombinationen anforderungsgerechter Werkstoffe und Fertigungsverfahren für Fallbeispiele beschäftigt, indem sie die Aus- wahl für nachhaltige Prozessketten sowie deren Vor- und Nachteile analysiert haben. Dazu haben sie kritisch aktuelle Publikationen auf ihre Relevanz hin recherchiert und untersucht. Sie haben ihr wissenschaftliches Selbstverständnis durch Kommuni- kation und Kooperation entwickelt/professionalisiert, indem sie den jeweiligen Status ihrer Arbeitsergebnisse visualisiert und präsentiert, diesen theorie- und methodengeleitet begründet und in Gruppen- und Plenumsdiskussionen optimierte Lösungsansätze für ihre Aufgaben- stellungen ggf. entwickelt haben.</i>
Inhalt:	<i>Aktuelle Themenfelder für nachhaltige Werkstoffe/mögliche Handlungsfelder, z. B.:</i> <ul style="list-style-type: none"> <i>- Werkstoffe für die Energietechnik</i> <i>- Nachhaltiger Umgang mit Rohstoffen und Materialien</i> <i>- Werkstoffe für Mobilität und Transport</i>

	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Materialien für Gesundheit und Lebensqualität</i> - <i>Werkstoffe für zukünftige Bausysteme</i>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</p>	<p><i>Studienleistung: Mindestens 80% nachgewiesene unbenotete Teilnahme und aktive Mitarbeit in der Lehrveranstaltung</i></p> <p><i>Bestandene und benotete Prüfungsleistung: Projektbericht (max. 20 Seiten, 70%) und Präsentation mit Diskussion (max. 30 min, 30%)</i></p>
<p>Medienformen:</p>	<p><i>Tafel, Power-Point-Präsentation, Flip-Chart, Lernposter</i></p>
<p>Literatur:</p>	<p><i>Eine Liste aktueller Fachliteratur wird den Studierenden zu Beginn der LV in einem Praktikumsskript zur Verfügung gestellt.</i></p>

Modulbezeichnung:	Polymere
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>POM</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester, Chemie B.Sc. 5. Semester/ ein Semester, NBCT B.Sc. WPI-Modul</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Rainer Ostermann</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Rainer Ostermann</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Chemie B.Sc. WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2 SWS Übung/1 SWS Praktikum/1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>-</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<p><i>Die Studierenden kennen und verstehen die Grundlagen der Poly- mere (incl. deren Chemie) im Zusammenhang zu den angrenzenden Gebieten der Kunststofftechnik. Sie haben eine Übersicht zu den wichtigsten Kunststoffen und können für eine gegebene Anwen- dung geeignete Kunststoffe und Herstellungsverfahren vorschlagen.</i></p> <p><i>Sie kennen die zu Verarbeitungsverfahren gehörende Fertigungs- anlagen, Werkzeuge und Werkstoffe der Kunststoffverarbeitung, die Ursachen für die dort auftretenden Korrosions- und Verschleiß- arten sowie die dadurch entstehenden Schäden und können geeignete Schutzsysteme für Werkzeuge gezielt auswählen.</i></p> <p><i>Sie können verschiedene Lernmethoden anwenden und komplexere Sachverhalte mittels Literaturstudium erschließen (Selbststudium, Gruppenarbeitsformen, Diskussion von Fragestellungen). Sie sind in der Lage, die gewonnen Erkenntnisse einem größeren Zuhörerkreis mittels geeigneter Präsentationstechniken darzustellen und dort die verbliebenen Fragen zu klären.</i></p>

<p>Inhalt:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Einführung in das Studium der Polymerchemie inkl. Polymer Engineering (Überblick /Beispielen zu den Themengebieten)</i> • <i>Monomere, Polymere, Synthese und Verarbeitung, Prozess- Struktur-Eigenschaften inkl. deren Beeinflussung und Prüfung, Prüfungsverfahren</i> • <i>Energiebilanz für Herstellung und Verarbeitung</i> • <i>Anwendung von Kunststoffen und Elastomeren, vor allem als Werkstoffe im Vergleich mit anderen Materialien</i> • <i>Grundlagen von Verarbeitungs- und Oberflächenbehandlungsverfahren inkl. Anlagen, Werkzeugen und Werkstoffen, Korrosions-, Verschleiß- und Oberflächenschutzverfahren</i> <hr/> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Produktentwicklung, Konstruktion, Anwendung, Recycling und Ressourcenschonung</i> <hr/> <p><u>Bezug zur Nachhaltigkeit:</u> Polymere Materialien werden bezüglich Herstellung, Verarbeitung, Verwendung und Verwertung/Entsorgung mit Alternativen verglichen. Die Entwicklungen bei biobasierten und bioabbaubaren Polymeren und deren Anwendungen werden analysiert.</p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</p>	<p><i>Projektarbeit mit Präsentation (15 min)</i> <i>Modulnote = 70% Note der Projektarbeit, 30% Note der Präsentation</i></p>
<p>Medienformen:</p>	<p><i>Tafel, Power-Point-Präsentation, Moderationsmaterialien, Flip-Chart, Pinnwand</i></p>
<p>Literatur:</p>	<p><i>Eine Liste aktueller Fachliteratur wird den Studierenden zu Beginn der LV in einem Praktikumsskript zur Verfügung gestellt.</i></p>

Modulbezeichnung:	Elektrochemie
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>EC</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof Dr. Franziska Traeger</i>
Dozent(in):	<i>Prof Dr. Franziska Traeger</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Chemie B.Sc. Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2 SWS Übung/2 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Mathematik für Naturwissenschaften 1 und 2I, Physik, Allgemeine Chemie</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden kennen thermodynamische und kinetische Aspekte der Elektrochemie von Lösungen und Festkörpern, mikroskopische Prozesse an Grenzflächen, elektrochemische Messverfahren und die sich daraus ergebenden Arten von Elektroden. Ihre Projektarbeit führen sie in Kleingruppen auf Basis von Literaturrecherchen unter Verwendung deutscher und englischer Artikel aus wissenschaftlichen Zeitschriften und mit Bezug zu aktuellen elektrochemischen Fragestellungen durch. Sie strukturieren Inhalte, bewerten kritisch Ihre Ergebnisse und stellen sie mündlich und schriftlich dar.</i>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Thermodynamik elektrochemischer Vorgänge: Nernst-Gleichung, Zusammenhang der Elektromotorischen Kraft mit der freien Enthalpie, Enthalpie, Entropie</i> - <i>Elektrochemischer Transport: Leitfähigkeiten von Lösungen, starke und schwache Elektrolyte, Ionenleitfähigkeit von Festkörpern, kinetische Prozesse an Phasengrenzen</i> - <i>Beispiele aus den Bereichen: Brennstoffzellen, Elektrochemische Spektroskopie, Korrosion und Korrosionsschutz, Materialanalyse</i> <p><u><i>Bezug zur Nachhaltigkeit:</i></u> <i>Grundlagen zu Batterie- und Brennstoffzellentechnik werden vermittelt sowie die Anwendung elektrochemischer Verfahren zur Funktionalisierung von Materialien und damit dem ressourcenschonenden Einsatz von Rohstoffen.</i></p>

Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Benotete Klausur (120 min) 100 % Prüfungsleistung</i>
Medienformen:	<i>Tafel, Power-Point-Präsentation, Übungsblätter</i>
Literatur:	<i>C.H. Hamann Vielstich, W. Vielstich, Elektrochemie, Wiley VCH G. Wedler, „Lehrbuch der Physikalischen Chemie“, Wiley VCH P.W. Atkins, „Physikalische Chemie“, Wiley VCH Übersichtsartikel zu Brennstoffzellen und analytischen Methoden</i>

Modulbezeichnung:	Surface Chemistry
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>SC</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Franziska Traeger</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Franziska Traeger, Erasmus-Gastdozent*innen</i>
Sprache:	<i>Englisch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Chemie B.Sc. Nachhaltige Biologische und Chemische Technologien B.Sc. (NBCT) WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2 SWS Übung/1 SWS Praktikum/1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Mathematik für Naturwissenschaften 1 und 2, Physik, Physikalische Chemie I und II</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>The students become familiar with theoretical principles enabling them to describe surface properties and surface reactions. Experimental methods for surface analysis will be introduced in parallel with the theoretical concepts. On the basis of practical examples the students will learn to correlate and predict microscopic and macroscopic surface properties. Personal competences will be gained by the interaction with fellow students and teachers in the seminar. Language competences are addressed by the study of literature. In addition, the students learn to research and report on technical literature.</i>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - <i>what is a clean surface? - photoelectron spectroscopy</i> - <i>elementary steps in a reaction - thermal desorption spectroscopy</i> - <i>structure of surfaces - diffraction methods, scanning tunneling microscopy</i> - <i>dynamics (mostly adsorbate vibrations, some diffusion) - inelastic and quasielastic scattering, infrared spectroscopy</i> - <i>functionalisation - example of a multi-technique study</i>

	<p><u>Aspects of Sustainability:</u></p> <p><i>Functionalisation of materials and its potential in saving resources and costs in production and prolongation of life time is addressed. Also, a microscopic understanding of surface reactions is necessary for the optimisation of catalytic processes.</i></p>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Benotete Klausur (120 min) 100 % Prüfungsleistung</i>
Medienformen:	<i>Tafel, Power-Point-Präsentation, Flip-Chart</i>
Literatur:	<p><i>A set of articles will be announced each year</i></p> <p><i>E. M. McCash, „Surface Chemistry“, Oxford University Press, 2001</i></p> <p><i>M. Henzler, W. Göpel, „Oberflächenphysik des Festkörpers“, Teubner 1994</i></p>

Modulbezeichnung:	Werkstofftechnologien
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>WST</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>NN</i>
Dozent(in):	<i>NN</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Chemie B.Sc. WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2 SWS Übung/1 SWS Praktikum/1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>-</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden kennen grundlegende Herstellungs- und Verarbeitungsverfahren von Werkstoffen sowie Kriterien zu ihrer Auswahl. Sie wenden grundlegende Lern- und Arbeitsmethoden des wissenschaftlichen Arbeitens sowie der Dokumentation (Informationsbeschaffung, Literaturrecherche, wissenschaftliches Schreiben, Projektbericht, Lernposter) an. Sie nutzen dazu Lern- und Projekttagebücher. Sie haben durch die kommunikative und kooperative Auseinandersetzung in der Lehrveranstaltung studiengangbezogene personale Kompetenzen entwickelt. Sie können ihre Arbeitsergebnisse visualisieren, kommunizieren, präsentieren, diskutieren und reflektieren.</i>
Inhalt:	<i>Werkstoffgruppen und Lebenswelt (an ausgesuchten Beispielen), Metallische Werkstoffe, Anorganisch-nichtmetallische Werkstoffe, Kunststoffe, Verbundwerkstoffe und Werkstoffverbunde, Werkstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen, Sonderwerkstoffe und -verfahren,</i>

	<p><i>Herstellung, Verarbeitung und Verwendung, Zusammenhang zwischen Gefüge-, Struktur- und Eigenschaftsänderungen sowie Herstellungs- und Verarbeitungsverfahren.</i></p> <p><i>Struktur der Werkstoffe, Werkstofffehler, Erstarrung, Konstitution, Diffusion, Erholung und Rekristallisation, elastisches und plastisches Verhalten, Verfestigungsmechanismen, Korrosion und Verschleiß, grundlegende Verfahren zur Charakterisierung von Werkstoffen und deren Eigenschaften, Kriterien zur Werkstoffauswahl, Korrosions- und Verschleißschutz.</i></p> <p><i>Zusammenhang zwischen Werkstoffthemen und Kernthemen (Modulen/Lehrveranstaltungen) der Chemie, Kommunikation, Präsentation und Visualisieren von Arbeitsergebnissen.</i></p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</p>	<p><i>Studienleistung: Mindestens 80% nachgewiesene unbenotete Teilnahme und aktive Mitarbeit in der Lehrveranstaltung</i></p> <p><i>Bestandene und benotete Prüfungsleistung: Projektbericht (max. 20 Seiten, 70%) und Präsentation mit Diskussion (max. 30 min, 30%)</i></p>
<p>Medienformen:</p>	<p><i>Tafel, Power-Point-Präsentation, Moderationsmaterialien, Flip-Chart, Pinnwand, Kartentechnik</i></p>
<p>Literatur:</p>	<p><i>Eine Liste aktueller Fachliteratur wird den Studierenden zu Beginn der LV in einem Praktikumsskript zur Verfügung gestellt.</i></p>

Modulbezeichnung:	Laborpraxis und Projektmanagement Neue Materialien
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>LPN</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Franziska Traeger</i>
Dozent(in):	<i>N.N.</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Chemie B.Sc. WP1-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Seminar/1 SWS Projektarbeit/5 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>-</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<p><i>Die Studierenden sind auf Basis von Literaturrecherchen in der Lage, die ihnen im Handlungsfeld Neue Materialien gestellten wissenschaftlichen Fragestellungen systematisch und selbstorganisiert mittels Projektarbeit in Teams oder Gruppen zu planen, die dazu notwendigen Laborgeräte und -methoden kritisch zu bewerten und auszuwählen, die Versuchsplanung umzusetzen und die Ergebnisse kritisch zu reflektieren/zu bewerten.</i></p> <p><i>Die Studierenden entwickeln/professionalisieren ihr wissenschaftliches Selbstverständnis durch Kommunikation und Kooperation, indem sie den jeweiligen Status ihrer Arbeitsergebnisse visualisieren und präsentieren, diesen theorie- und methodengeleitet begründen und in der Gruppen- und Plenumsdiskussionen ggf. optimierte Lösungsansätze für ihre Aufgabenstellungen entwickeln.</i></p> <p><i>Durch kritisch-konstruktive Reflektion ihres Handelns prüfen und bewerten sie die Effektivität und Effizienz ihrer Lösungsansätze, die wirtschaftliche Relevanz und den Grad der Nachhaltigkeit mit Bezug auf die gesellschaftlichen Erwartungen und Folgen. Sie sind in der Lage, Entscheidungsvorschläge für zukünftige Handlungsfelder zu erarbeiten/zu entwickeln, zu argumentieren und zu diskutieren und nutzen dazu Lern-, Labor- und Projektstagebücher.</i></p>

Inhalt:	<p><i>Aufgabenstellungen zum Handlungsfeld Neue Materialien</i></p> <p><i>Grundlagen des Projektmanagements, Moderationstechniken und Moderation von Gruppen, Grundlagen der Gruppen- und Teamarbeit, Kommunikation und Führung in Gruppen und Teams, Methoden der angewandten Problemlösung und Entscheidungsfindung, Informationsbeschaffung und Literaturrecherche, Versuchsplanung, Konzeption wissenschaftlicher Berichte</i></p>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<p><i>Studienleistung: Mindestens 80% nachgewiesene unbenotete Teilnahme und aktive Mitarbeit in der Lehrveranstaltung sowie in der Projektarbeit</i></p> <p><i>Bestandene und benotete Prüfungsleistung: Projektbericht (max. 30 Seiten, 70%) zzgl. geführte Lern-, Labor- und Projektstagebücher und abschließende Projektpräsentation mit Diskussion (max. 30 min, 30%)</i></p>
Medienformen:	<p><i>Tafel, Power-Point-Präsentation, Moderationsmaterialien, Flip-Chart, Pinnwand, Kartentechnik</i></p>
Literatur:	<p><i>Eine Liste aktueller themenspezifischer Fachliteratur wird während der Projektarbeit von den Studierenden zusammengestellt.</i></p>

Modulbezeichnung:	Sondergebiete Neue Materialien
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>SGN</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Studiengang-/Programmverantwortliche</i>
Dozent(in):	<i>Lehrende des Fachbereichs</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Chemie B. Sc. WPI-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Gemäß Absprache zu Beginn des Moduls zwischen dem/der Lehrenden und den Studierenden (benotet)</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>-</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden haben Kenntnisse auf besonderen, nicht alltäglichen Gebieten der neuen Materialien. Sie kennen die aktuellen Fragestellungen und können auf diesen Gebieten argumentieren. Die Studierenden haben durch die kommunikative Auseinandersetzung in der Übung studiengangbezogene personale Kompetenzen erworben.</i>
Inhalt:	<i>Aktuelle und moderne Gebiete der neuen Materialien Arbeiten mit englischen Texten.</i>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Gemäß Absprache zu Beginn des Moduls zwischen dem/der Lehrenden und den Studierenden (benotet)</i>
Medienformen:	<i>Themenspezifische Medienformen</i>
Literatur:	<i>Themenspezifische Literatur</i>

Wahlpflichtkatalog 2

Modulbezeichnung:	Bioethik
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>BEK</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>4. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Angelika Loidl-Stahlhofen</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Andreas Beyer, Prof. Dr. Angelika Loidl-Stahlhofen</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Molekulare Biologie B.Sc. (MolBio) Nachhaltige biologische und chemische Technologien B. Sc. (NBCT) WPII-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung / 3 SWS Seminar / 1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 12 h Präsenz-, 160 h Eigenstudium und 8 h Vortrag</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Grundkenntnisse aus dem Bereich der Molekulargenetik (Modul 2.bzw.4. Semester)</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden besitzen ein Grundverständnis der Begriffe Moral, Ethik, deskriptive Ethik, normative Ethik, Metaethik und von Hume's Gesetz und können diese Begriffe erläutern. Sie haben erweiterte Kenntnisse allgemein ethischer Konzepte (Gesinnungs-, Verantwortungs- und Pflichtethik, Utilitarismus) und der Konzepte der Bioethik, (z.B. betreffend Humanexperimente, Hirntod), des Utilitarismus nach Peter Singer sowie kasuistischer bzw. kohärenzethischer Ansätze. Sie sind auf dieser Grundlage in der Lage, begründend ethisch zu argumentieren und eine ethische Matrix zu erstellen.</i>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Begriffsklärungen (Moral, deskriptive -, normative - und Metaethik, Hume's Gesetz) und Vorstellung allgemein ethischer und bioethischer Konzepte.</i> <p><i>Anwendung auf durch neueste biologische Forschung entstandenen Fragestellungen, z.B.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Gene Editing & Gentherapie mit CRISPR Cas9, somatische Gentherapie, siRNA-Technik, Keimbahn-Gentherapie; embryonale Stammzellforschung;</i> • <i>„Wann beginnt menschliches Leben?“, Regularien in der Fortpflanzungsmedizin (ART, IVF, GIFT): invasive und nicht- invasive Präimplantationsdiagnostik; Therapeutisches und Reproduktives Klonen; „Stammzellen als Reparaturarsenal“;</i>

	<ul style="list-style-type: none"> • „Was ist normal?“ (z.B. Sichelzellanämie, Gehörlosigkeit, Achondroplastie, Homosexualität, Diabetes, Progerie, Klinefelter– Syndrom, Turner– Syndrom); • „Sind wir allein das Produkt unserer Gene?“ (Epigenetik, Genomisches Imprinting, X-Chromosom-Inaktivierung, RNA Interferenz), Impfschutz & -risiko etc.
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	Öffentlicher Vortrag (mindestens 45 min) mit naturwissenschaftlich ethisch brisantem relevantem Thema unter bioethischer Schwerpunktsetzung; Moderation der anschließenden Diskussion
Medienformen:	Einführende Vorlesung in kleiner Gruppe unterstützt durch interaktive Elemente (Diskussionen) mit dem Anspruch individuelle ethische Fachfragen zu klären und das Verständnis für den Fachinhalt zu erhöhen; individuelles Coaching bei der Vortragserstellung.
Literatur:	Zur Verfügung gestellte Vorlesungsunterlagen sowie - je nach Thema - aktuelle Literatur (Wird zu Beginn der Veranstaltung bekannt gegeben).

Modulbezeichnung:	Science Club
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>SCL</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>4. oder 5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Achim Zielesny</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Achim Zielesny, Prof. Dr. Sören Perrey, Prof. Dr. Daniela Beisser</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Molekulare Biologie B.Sc. (MolBio) Nachhaltige biologische und chemisch Technologien (NBCT) WPII-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Seminar/4 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>-</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Ziel des Moduls ist ein Blick über den „fachwissenschaftlichen Tellerrand“: Die Studierenden haben anhand ausgewählter Fragestellungen (s. "Inhalt") die Fähigkeit erworben, wissenschaftliche Inhalte - auch im Spiegel der Medien - zu analysieren und zu hinterfragen. Sie können Kriterien zur Unterscheidung von Wissenschaft und "Fake Science" benennen, begründen und anwenden.</i>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Wissenschaft und Nachhaltigkeit;</i> • <i>Wissenschaft und Digitalisierung;</i> • <i>Data Science; Künstliche Intelligenz; Big Data;</i> • <i>(Bio-) Computing und Nachhaltigkeit;</i> • <i>Fake Science; (Natur-)philosophische Aspekte moderner Wissenschaft;</i> • <i>Ökologie und Nachhaltigkeit; Biodiversität</i>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Benoteter Vortrag: 30 min 100% Prüfungsleistung</i>
Medienformen:	<i>Seminar mit Multimedia-Einsatz</i>
Literatur:	<i>Spezifische „Handouts“</i>

Modulbezeichnung:	Evolutions- und Wissenschaftstheorie
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>EWT</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>4. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Andreas Beyer</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Andreas Beyer</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Molekulare Biologie B. Sc. (MolBio) Nachhaltige biologische und chemische Technologien (NBCT) WP11-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2 SWS Übungen/1 SWS Seminar/1 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Grundlagen der Molekularen Genetik (2. Semester MolBio B.Sc.)</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden können die verschiedenen Evolutionsmechanismen benennen und unterscheiden; sie können an Beispielen die betreffenden Mechanismen erkennen, das Hennig'sche Prinzip und die Remane'schen Homologie-Kriterien erläutern und verschiedene Stammbaum-Formen interpretieren. Sie können die grundlegenden wissenschaftstheoretischen Konzepte (Platon, Popper, Kuhn) erläutern und in Grundzügen beurteilen sowie verschiedene Wahrheits- und Realitätstheorien benennen und differenzieren. Pseudowissenschaftliche Inhalte können sie erkennen und kritisieren.</i>
Inhalt:	<p><u>Vorlesung:</u></p> <p><u>Ontologie:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Wahrheits- und Realitätstheorien.</i> <p><u>Wissenschaftstheorie:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Platons Ideenlehre, Poppers Falsifikationismus, Kuhns Paradigmen, Feyerabends Postmoderne)</i> <p><u>Evolutionstheorie:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Evolutionsmechanismen, beschrieben durch die Teiltheorien der Evolutionstheorie: Deszendenztheorie, Selektionstheorie, Populationsgenetik, Synthetische Theorie, neutrale Theorie, Theories des 'egoistischen Gens'</i> • <i>molekulare Evolution,</i> • <i>EvoDevo,</i>

	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Endosymbiontentheorie,</i> • <i>Punctuated Equilibria</i>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<p><i>Klausur: 120 min; erfolgreiche Teilnahme am Seminar</i> <i>Modulnote: Prüfungsteilleistungen: Klausur: 95%; 5% Seminarvortrag</i></p>
Medienformen:	<p><u>Vorlesung</u> mit interaktiven Elementen (Diskussionen); Medien sind Beamer (ppt) und Tafel. <u>Übungen</u> anhand vorab zur Verfügung gestellter Übungsfragen; Medien sind Beamer (ppt) und Tafel. <u>Seminarvortrag</u> (bewertet) über zuvor zwei zugeteilte der "95 Thesen"</p>
Literatur:	<p><i>Vorlesungsunterlagen (zur Verfügung gestellte pdf)</i> Zrzavý, Burda et al, Evolution - Ein Lese-Lehrbuch. (Springer Spektrum). ISBN 9783827419750 Tomiuk & Loeschcke, Grundlagen der Evolutionsbiologie und Formalen Genetik (Springer Spektrum). ISBN 978-3-662-49685-5 Chalmers, Wege der Wissenschaft - Einführung in die Wissenschaftstheorie (Springer Spektrum). ISBN 978-3-540-49491-1</p>

Modulbezeichnung:	National Model United Nations und Debating
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>UND</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>2. Studienjahr / ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. iur. Andreas Möglich</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. iur. Andreas Möglich</i>
Sprache:	<i>Englisch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige Biologische und Chemische Technologien (NBCT) Molekulare Biologie B.Sc.(MolBio) WPII-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Seminar/2 SWS Projektform/ 2 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>Fortgeschrittene Englischkenntnisse</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>-</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<p><i>Die Studierenden kennen die Strukturen der Vereinten Nationen und deren Arbeitsweisen. Sie können in Englisch diskutieren sowie Arbeitspapiere – sog. Position Papers – verfassen. Sie debattieren in Englisch über interdisziplinär verfasste Themenstellungen und entwickeln eine Haltung, die Diplomaten eines Landes einnehmen, dessen Verfassung und Grundhaltungen sie zuvor eruiert haben. Weiterhin hinterfragen sie die im bisherigen Studium praktizierten Arbeitsmethoden mit Blick auf die Bedürfnisse und Anforderungen interdisziplinärer Arbeitsformen. Eine weitere Kompetenz ist die Hinterfragung und Analyse fachlicher Ergebnisse und Haltung mit Blick auf deren gesellschafts- und sozialpolitischen Auswirkungen, auch in globalen Zusammenhängen.</i></p> <p><i>Die entwickelten Kompetenzen geben sie während des Projekts in peer-to-peer Settings an Schülerinnen und Schüler weiter, die an der Schülerkonferenz National Model United Nations in Classroom weiter und vertiefen so die entwickelten Kompetenzen.</i></p>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Historie und System der Vereinten Nationen sowie die Bedeutung von Nicht-Regierungs-Organisationen</i> • <i>Anwendung der Rules of Procedure der Vereinten Nationen</i> • <i>Freie Rede, auch vor größeren Auditorien</i> • <i>Erlernen interdisziplinärer Zusammenarbeit und Arbeiten in einem größeren Team</i> • <i>Multi- und Interkulturelle Kommunikation und Zusammenarbeit</i> • <i>Verstehen und Anwenden fachlicher sowie außerfachlicher Inhalte sowie Erkennen der Dimensionen des eigenen fachlichen Handelns</i>

Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Bewertete Hausarbeit – Evaluation eigener Lernfortschritte in der Form eines Lerntagebuches und Reflexion.</i>
Medienformen:	<i>Projekt mit mehreren Exkursionen mit Teilnahme an vorbereitenden und Schlusskonferenz in Blankenheim/Weimar/Berlin/New York (U.S.A.)</i>
Literatur:	<p><i>NMUN Skripte und Backgroundguides (https://www.nmun.org/conferences/new-york/prepare-for-committee/committee-materials.html)</i></p> <p><i>UN-Literatur:</i></p> <p><i>Fasulo; An Inside's Guide to the UN (Yale University Press)</i></p> <p><i>Hutchings; Global Ethics (Wiley-VHC)</i></p> <p><i>Fassbender, Aust, Basistexte Völkerrechtsdenken (UTB)</i></p> <p><i>Coicaud, Warner, Ethics and International Affairs (United Nations University Press)</i></p> <p><i>Lemke, Internationale Beziehungen (De Gruyter)</i></p> <p><i>UN; Basic Facts about the United Nations (UN Library)</i></p>

Modulbezeichnung:	Informationsbeschaffung und Datenbankrecherche
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>IDC</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>NN</i>
Dozent(in):	<i>NN</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Chemie B.Sc. Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) WPII-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/ 1 SWS Seminar/ 3 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Grundlagen der Chemie, Mathematik, Physik, anorganischen, organischen, physikalischen und analytischen Chemie</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden haben Kenntnisse auf dem Gebiet der Informationsbeschaffung in der Chemie mit Hilfe digitaler Medien und können wichtige chemisch orientierte Datenbanken als Rechercheinstrument nutzen. Sie kennen die aktuellen Fragestellungen und können mit häufig eingesetzten digitalen Medien arbeiten.</i>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Digitale Bibliothek (Bibliothekskatalog, e-books, e-papers, Suchmaschinen vgl. google/web of science),</i> - <i>Patentanmeldung und Patentrecherche (Espacenet, Depatisnet)</i> - <i>Plagiate und Copyright</i> - <i>Literatur- und Patentrecherche mit Scifinder</i>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Projektbericht mit Präsentation</i>
Medienformen:	<i>Tafel, Power-Point-Präsentation, Digitale Medien</i>
Literatur:	<i>Eine Liste themenspezifischer Fachliteratur wird den Studierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung zur Verfügung gestellt.</i>

Modulbezeichnung:	Managementmethoden
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>MM</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Daniel Kadzimirsz</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Daniel Kadzimirsz</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Chemie B.Sc. Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) WP2-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2 SWS Seminar/2 SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	-
Empfohlene Voraussetzungen:	-
	<i>Die Studierenden kennen Managementmethoden, können sie reflektieren und anwenden. Sie haben durch die kommunikative und kooperative Auseinandersetzung im Seminar studiengangbezogene personale Kompetenzen entwickelt und sind in der Lage, dies als eigenen Prozess zu verstehen, zu reflektieren und eigenverantwortlich fortzuschreiben. Sie sind in der Lage, mit Studierendengruppen des ersten Studienjahres konstruktiv zu arbeiten (tutorielle Begleitung) und ihr Verhalten zu reflektieren. Sie nutzen dazu Projektstagebücher.</i>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Führung und Management: Führungsbegriff, Führungsstile, Führungsrollen, Managementbegriff, Managementmodelle und -werkzeuge, ausgewählte Managementtools zur Organisation von Unternehmen,</i> - <i>Gruppen- und Teamarbeit, Teamführung, Arbeiten mit Studierendengruppen (Entwicklung von Tutorien),</i> - <i>Moderationstechniken und Moderation von Gruppen, angewandte Problemlösung und Entscheidungsfindung, Reflexion von Gruppen und Teamarbeit / Gruppenerfahrungen,</i> - <i>Grundlagen der Arbeits- und Organisationspsychologie, Motivation und Wertetypen, Mitarbeitergespräche, Konflikte,</i>

	<p><i>Konflikterkennung und Konfliktbewältigung, (Familien-) systemische Einflussfaktoren</i></p> <p><i>- Systemisches (Change-) Management, Prozessmoderation, Interkulturelle Kompetenz</i></p>
<p>Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</p>	<p><i>Studienleistung: Mindestens 80% nachgewiesene unbenotete Teilnahme, aktive Mitarbeit in der Lehrveranstaltung</i></p> <p><i>Bestandene und benotete Prüfungsleistung: Projektbericht/Portfolio (max. 30 Seiten, 80%) und geführtes Projekttagbuch (20%)</i></p>
<p>Medienformen:</p>	<p><i>Tafelarbeit, Power-Point, Moderation, Flip-Chart-Arbeit usw.</i></p>
<p>Literatur:</p>	<p><i>Eine Liste themenspezifischer Fachliteratur wird den Studierenden zu Beginn der Lehrveranstaltung zur Verfügung gestellt.</i></p>

Modulbezeichnung:	Grundlagen des Qualitätsmanagements
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>GQM</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr.-Ing. Holger Frenz</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr.-Ing. Holger Frenz</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Chemie B.Sc. Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc (NBCT) WP2-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2 SWS Seminar/2 SWS (Gruppenarbeit, Lerncoaching)</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Erfolgreiche Teilnahme am Modul Labordatenmanagement</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden kennen die international anerkannten Regelwerke zum Einsatz des Qualitätsmanagements als moderne Methode des Managements in der Laborpraxis. Sie haben das Verständnis der Grundzüge des Qualitätsmanagements für labornaher Tätigkeiten und Kenntnisse über die Struktur und den Inhalt der Qualitätsnormen DIN EN ISO 9001 und DIN EN ISO 17025. Die Studierenden kennen Anwendungen in der Laborpraxis. Sie beteiligen sich aktiv und fachlich orientiert an Diskussionen und Fachgesprächen, schreiben einfache Handlungsanweisungen, visualisieren und präsentieren ihre Arbeits-ergebnisse.</i>
Inhalt:	<i>International anerkannte Grundlagen und Methoden des Qualitätsmanagements (ISO 9001:2015 und ISO/IEC 17025:2018) (60%). Spezielle Anwendungen in der Laborpraxis (Anforderungen an die Organisation, die Kompetenz des Personals, die Anforderungen an die Validität von Ergebnissen und die Dokumentation). Erarbeitung und Festlegung qualitätsrelevanter Ziele (20%). Verständnis und Umsetzung des Inhalts von Arbeitsanweisungen (20%).</i>

<p>Studien- /Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:</p>	<p><i>Erfolgreiche Hausarbeit oder Präsentation, mindestens 80% nachgewiesene Teilnahme am Seminar.</i></p>
<p>Medienformen:</p>	<p><i>Tafel, Flipchart, Mind Map</i></p>
<p>Literatur:</p>	<p><i>DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03, Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien, Beuth Verlag, Berlin</i> <i>ISO 9001:2015-09, Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen, Beuth Verlag, Berlin</i> <i>EUROLAB-D: Musterhandbuch zur DIN EN ISO/IEC 17025:2018-03</i> https://eurolab-d.de/files/eurolab_handbook_iso_iec_17025_2017_2018_maerz_2018_.pdf <i>EUROLAB-D Kochbuch</i> https://eurolab-d.de/dokumente/eurolab-d/eurolab-d-kochbuch/</p>

Modulbezeichnung:	Statistische Methoden des Qualitätsmanagements
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>SQM</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>5. Semester/ ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr.-Ing. Holger Frenz</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr.-Ing. Holger Frenz</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Chemie B.Sc. Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) WP2-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Vorlesung/2SWS Seminar/2SWS (PC-Pool, Lerncoaching)</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180 h, davon 60 h Präsenz- und 120 h Eigenstudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>-</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Erfolgreiche Teilnahme am Modul Labordatenmanagement</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden kennen die wesentlichen statistischen Methoden zur Validierung und Verifizierung von Analyse- und Prüfverfahren sowie der Prüfprozesseignung und können diese auf Fragestellungen der Chemie anwenden. Sie kennen zugehörige Excel-Funktionen und können diese auf vorgegebene Problemstellungen anwenden. Sie beteiligen sich aktiv und fachlich orientiert an Diskussionen und Fachgesprächen, visualisieren und präsentieren ihre Arbeitsergebnisse.</i>
Inhalt:	<i>International anerkannte Grundlagen und Methoden der Validierung von Analyseverfahren von EURACHEM (25%). Überprüfung auf Verteilungsformen. Beziehungen zwischen zwei Variablen, z. B. t-Test, f-Test. Regressionsverfahren (20%). Grafische Darstellung von Ergebnissen. Ableitung geeigneter Kontrollmethoden für Analysengeräte wie Qualitätsregelkarten (20%). Verifizierung von Normprüfverfahren (10%). Statistische Eignungsnachweise nach ISO/IEC 17025:2018 von Prüfverfahren durch die Auswertung von Eignungsprüfungen, dem Nachweis der Prüfmittleignung und Bewertung der zugehörigen Messunsicherheit (25%).</i>

Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Erfolgreiche Projektarbeit oder Präsentation, mindestens 80% nachgewiesene Teilnahme am Seminar.</i>
Medienformen:	<i>Tafelarbeit, Flipchart, Mind Map</i>
Literatur:	<p><i>Terminologie bei Analytischen Messungen – Eine Einführung in den VIM 3 – (2013)</i></p> <p><i>The Fitness for Purpose of Analytical Methods: A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics (2014)</i></p> <p><i>Die Eignung von Analyseverfahren – Ein Leitfaden für Laboratorien zur Verfahrensvalidierung und zu verwandten Themen – (2017) Planning method validation studies (Supplement) (2019)</i></p> <p><i>Blanks in method validation (Supplement) (2019) Traceability in Chemical Measurement, 2nd edition (2019) Measurement uncertainty arising from sampling – (2019) Alle über:</i></p> <p><i>https://eurolab-d.de/dokumente/eurachem/eurachem-guides/</i></p>

Modulbezeichnung:	Arbeitssicherheit und Umwelthygiene
Modulniveau	<i>Bachelor</i>
Kürzel	ASG
Lehrveranstaltungen:	<i>Vorlesung, Seminar</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>1. Studiensemester (Bachelor Chemie); 4. Studiensemester (Bachelor MolBio; Bachelor NBCT)</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Prof. Dr. Bernd Schubert</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Bernd Schubert</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum	<i>Chemie B. Sc.; Pflichtmodul Molekulare Biologie (MolBio) ; WPII-Modul Nachhaltige biologische und chemische Technologien (NBCT); WPII-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>4 SWS (3V/1S)</i>
Arbeitsaufwand:	<i>180h, davon 60 h Präsenzzeit + 120 h Selbststudium</i>
Kreditpunkte:	<i>6 CP</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung	-
Empfohlene Voraussetzungen:	-
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden können mögliche Gefährdungen im betrieblichen Alltag ermitteln und bewerten sowie betriebliche Arbeits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen festlegen. Sie könnten somit eine ihnen übertragene unternehmerische Verantwortung im Bereich des Arbeits- und Gesundheitsschutzes wahrnehmen. Die Studierenden können die umwelthygienischen Auswirkungen des betrieblichen Handelns erkennen, bewerten und betriebliche Maßnahmen ableiten.</i>
Inhalt:	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Grundlagen des Arbeits- und Gesundheitsschutzes (mit besonderer Berücksichtigung der rechtlichen Rahmenbedingungen) mit Schwerpunkten in den Bereichen Arbeitshygiene, Arbeitssicherheit, Gefahrstoffe, Ergonomie, Arbeitsmedizin und betrieblichen Umweltschutzes</i> • <i>Grundlagen der Umwelthygiene mit den möglichen Auswirkungen von physikalischen, chemischen und biologischen Umweltfaktoren auf den Menschen</i> <p><u><i>Bezug zur Nachhaltigkeit (NBCT):</i></u> <i>In der Veranstaltung werden keine Inhalte behandelt, die explizite Beziehung zum Thema Nachhaltigkeit aufweisen. Allerdings werden hier Grundlagen gelegt, die für arbeitssicherheitsrelevante und umwelthygienische Aspekte bei Anwendung von nachhaltigen biologischen und chemischen Technologien relevant sind: Dazu bedarf es der hier erworbenen Grundkenntnisse in den Bereichen Arbeits- und Umwelthygiene</i></p>

Studien-/Prüfungsleistungen / Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten	<i>Benotete Klausur (120 min) 100 % Prüfungsleistung</i>
Medienformen:	<i>Vorlesungen/Seminar (Tafel, elektronische Medien)</i>
Literatur:	<i>BGRCI A006, Verantwortung im Arbeitsschutz (Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie)</i> <i>Bailey et al., Student Manual Basic Principles in Occupational Hygiene (www.ohlearning.com)</i>

Module des 6. Semesters

Modulbezeichnung:	Praxisphase
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>PPT</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>6. Semester/12 Wochen</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Studienfachberater(in) aktuell Prof. Dr. Katrin Grammann</i>
Dozent(in):	<i>Alle Professoren und Professorinnen des Studiengangs NBCT, die eine Praxisphase/Abschlussarbeit betreuen</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Pflicht-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Forschungspraktikum (Literaturrecherche & selbstständige experimentelle Konzeption, wissenschaftliche Ergebnisevaluation im Austausch mit professoralem Betreuer) Schriftlicher Projektbericht</i>
Arbeitsaufwand:	<i>450 h</i>
Kreditpunkte:	<i>15</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>Mindestens 126 Kreditpunkte, und alle Pflichtmodule des ersten und zweiten Studienjahres müssen erfolgreich absolviert sein.</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	-
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden haben einen ersten, tieferen Einblick in ein bestimmtes, praxisorientiertes Forschungsfeld – in der Regel außerhalb der Hochschule-erhalten. Sie haben gelernt, die betreffende Fachliteratur zu rezipieren. Sie haben - erstmals in ihrem Studium - unter Anleitung an einer konkreten Fragestellung wissenschaftlich gearbeitet und die Prinzipien wissenschaftlichen Arbeitens verstanden. Die Studierenden haben Kenntnisse und Fertigkeiten in einigen, für das betreffende Forschungsfeld relevanten modernen Techniken erworben.</i>

Inhalt:	<p><i>Die mindestens 12-wöchige Praxisphase soll gem. Rahmenprüfungsordnung für Bachelorstudiengänge §21(2) „die Studierenden an die berufliche Tätigkeit des mit dem jeweiligen Studiengang verknüpften Berufsziels in Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft und in begründeten Einzelfällen in Hochschulen oder Forschungseinrichtungen an die Berufspraxis heranführen. Sie soll insbesondere dazu dienen, die im bisherigen Studium erworbenen Kenntnisse und Fähigkeiten anzuwenden und die bei der praktischen Tätigkeit gemachten Erfahrungen zu reflektieren und auszuwerten. Während der Praxisphase wird die Tätigkeit der Studierenden/ des Studierenden durch eine Lehrende/einen Lehrenden der Hochschule begleitet.“</i></p> <p><i>Der konkrete fachspezifische Inhalt ist abhängig vom jeweiligen Themengebiet (insbes. aus den Bereichen Biotechnologie und Nachhaltigkeit, Green Chemistry & chemische Prozesse sowie den Materialwissenschaften)</i></p> <p><i>Während der Praxisphase wird die Tätigkeit der Studierenden/ des Studierenden durch eine Lehrende / einen Lehrenden der Hochschule begleitet.</i></p>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Schriftliche Projektpräsentation (nach wissenschaftlichen Kriterien)</i>
Medienformen:	<p><i><u>Eigenverantwortliches Arbeiten im Labor</u> nach individuellem Arbeitsplan; <u>begleitende Fachdiskussion</u> der Arbeit bzw. der Ergebnisse in seminaristischer Form.</i></p> <p><i>Schriftliche Niederlegung der Ergebnisse in der Standard-Form einer wissenschaftlichen Schrift.</i></p>
Literatur:	

Modulbezeichnung:	Praxisphasen-Seminar
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>PST</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>6. Semester/ein Semester</i>
Modulverantwortliche(r):	<i>Studienfachberaterin (aktuell: Prof. Dr. Katrin Grammann)</i>
Dozent(in):	<i>Prof. Dr. Katrin Grammann sowie alle Professoren und Professorinnen, die eine Praxisphase/Abschlussarbeit betreuen</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<i>Nachhaltige biologische und chemische Technologien B.Sc. (NBCT) Pflicht-Modul</i>
Lehrform/SWS:	<i>Seminar/SWS</i>
Arbeitsaufwand:	<i>90 h (80 h eigenverantwortliche Recherche & Konzeption; 10 h Vortragstag)</i>
Kreditpunkte:	<i>3</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>(wenigstens teilweise) absolvierte Praxisphase</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	<i>Die NBCT-Pflichtfächer sollten erfolgreich absolviert sein</i>
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Studierenden können in einem Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft, in einer Hochschule oder einer Forschungseinrichtung die behandelte wissenschaftliche Fragestellung verständlich präsentieren, ihr eigenes experimentelles Konzept sowie die erhaltenen Resultate darstellen, diese kritisch diskutieren und sie in den wissenschaftlichen Kontext einordnen. Sie transportieren stets den „roten Faden“ ihres Projekts und sind in der Lage, den Sinn der eigenen Forschungsarbeit zu reflektieren. Sie sind befähigt, im Anschluss der Präsentation eine wissenschaftliche Diskussion zu moderieren und dort zielführende Antwort zu geben.</i>
Inhalt:	<i>Konkret abgegrenzte Forschungsthematiken mit klarem Bezug zu Pflichtfächern des Studiengangs Molekulare Biologie. Konkrete Durchführung des Forschungspraktikums in einem Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft, in einer Hochschule oder Forschungseinrichtung</i>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i><u>Modulnote</u>: Projektpräsentation (nach wissenschaftlichen Kriterien).</i>
Medienformen:	<i><u>Seminar</u> (seminaristische Ergänzung zu Praxisphase / Forschungspraktikum) <u>Projektpräsentation</u>: Vortrag (Tafel, Power-Point-Präsentation, digitale Elemente): Recherche, Konzeption, praktische Umsetzung</i>
Literatur:	

Modulbezeichnung:	Bachelorarbeit
ggf. Modulniveau:	<i>Bachelor</i>
ggf. Kürzel:	<i>BAT</i>
Studiensemester/Dauer der Module:	<i>6. Semester/8 Wochen</i>
Modulverantwortliche(r):	<p><i>Modulbeauftragter ist der jeweils amtierende Vorsitzende des Prüfungsausschusses (derzeit: Prof. Dr. Michael Veith)</i></p> <p><i>Die Bachelorarbeit kann von jeder/jedem, die/der gemäß § 7 Abs. 1 der Rahmenprüfungsordnung für Bachelorstudiengänge zur Prüferin/zum Prüfer bestellt werden kann, betreut und bewertet werden. Die Erstprüferin/der Erstprüfer muss eine Professorin/ein Professor der Westfälischen Hochschule sein. Die Bachelorarbeit darf mit Zustimmung der/des Vorsitzenden des Prüfungsausschusses in einer Einrichtung außerhalb der Hochschule durchgeführt werden, wenn sie dort ausreichend betreut werden kann. Der/dem Studierenden ist Gelegenheit zu geben, einen Vorschlag für ein Themenfeld aus dem Studiengang für die Bachelorarbeit zu machen.</i></p> <p><i>Der akademische Grad des Zweitgutachters muss mindestens "promoviert" sein.</i></p>
Dozent(in):	<i>Alle Professorinnen und Professoren des Studiengangs Nachhaltige biologische und chemische Technologien (NBCT), s.o.</i>
Sprache:	<i>Deutsch</i>
Zuordnung zum Curriculum:	<p><i>Forschungspraktikum (Literaturrecherche & selbstständige experimentelle Konzeption, wissenschaftliche Ergebnisevaluation im Austausch mit professoralem Betreuer)</i></p> <p><i>Schriftlicher Projektbericht (Σ 360 SWS)</i></p>
Lehrform/SWS:	<i>Forschungspraxis</i>
Arbeitsaufwand:	<i>360 h</i>
Kreditpunkte:	<i>12</i>
Voraussetzungen nach Prüfungsordnung:	<i>alle Pflichtmodule des ersten und zweiten Studienjahrs und die Praxisphase müssen erfolgreich absolviert sein sowie mindestens 138 Kreditpunkte in Pflicht- und Wahlpflichtmodulen (außerhalb der Praxisphase)</i>
Empfohlene Voraussetzungen:	
Angestrebte Lernergebnisse:	<i>Die Bachelorarbeit soll zeigen, dass die/der Studierende befähigt ist, innerhalb einer vorgegebenen Frist eine wissenschaftliche Aufgabe aus ihrem/seinem Fachgebiet sowohl in ihren fachlichen Einzelheiten als auch in den fachübergreifenden Zusammenhängen nach wissenschaftlichen und fachpraktischen Methoden selbstständig zu bearbeiten.</i>

Inhalt:	<i>Der konkrete fachspezifische Inhalt ist abhängig vom jeweiligen Themengebiet (insbes. aus den Bereichen Biotechnologie und Nachhaltigkeit, Green Chemistry & chemische Prozesse sowie den Materialwissenschaften) Die Studentin/ Der Student kann Vorschläge für den Themenbereich der Bachelorarbeit machen.</i>
Studien-/Prüfungsleistungen/ Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten:	<i>Die Bachelorarbeit ist fristgemäß bei der/dem Vorsitzenden des Prüfungsausschusses (im Prüfungsamt) abzuliefern. Bei der Abgabe der Bachelorarbeit hat die/der Studierende schriftlich zu versichern, dass sie/er ihre/seine selbstständig angefertigt und keine anderen als die angegebenen und bei Zitaten kenntlich gemachten Quellen und Hilfsmittel benutzt hat. Die Bachelorarbeit ist von zwei Prüferinnen/ Prüfern zu bewerten. Eine/einer der Prüferinnen/ Prüfer soll die Betreuerin/ der Betreuer der Bachelorarbeit sein. Die/der zweite Prüferin/ Prüfer wird vom Prüfungsausschuss (Prüfungsausschussvorsitzenden) bestimmt. Für die als „ausreichend“ oder besser bewertete Bachelorarbeit werden 12 Kreditpunkte vergeben.</i>
Medienformen	
Literatur	