

Modulhandbuch für den Studiengang

Bachelor of Science in

Nachhaltige Chemie

August 2026

Inhalt	- 4 -
Vorkurs zum Studium der Nachhaltigen Chemie	- 9 -
Konzepte der Chemie	- 10 -
Fachübergreifendes Einführungspraktikum.....	- 12 -
Chemie im Kontext.....	- 13 -
Physikalische Grundlagen der Chemie.....	- 15 -
Analytische Chemie I.....	- 16 -
Mathematik für Chemiker	- 17 -
Anwendung Mathematischer Verfahren in der Chemie	- 19 -
Grundlagen der Physik	- 21 -
Anorganische Chemie I.....	- 22 -
Anorganische Chemie II.....	- 24 -
Organische Chemie I	- 25 -
Organische Chemie II	- 26 -
Organisch-chemisches Grundpraktikum.....	- 27 -
Physikalische Chemie I	- 28 -
Praktische Grundlagen der Analytischen und Physikalischen Chemie	- 30 -
Physikalische Chemie II	- 32 -
Theorie der Chemischen Bindung.....	- 33 -
Methoden der Strukturaufklärung	- 34 -
Nachhaltige Chemie I	- 35 -
Nachhaltige Chemie II	- 36 -
Wahlpflichtbasisvorlesung	- 37 -
Einführung in die Biochemie	- 37 -
Grundlagen der Technischen Chemie	- 38 -
Nachhaltige Chemie III	- 40 -
Wahlpflichtvorlesungen I-IV	- 41 -
Analytische Chemie II	- 41 -
Anorganische Chemie III.....	- 42 -

Organische Chemie III	- 43 -
Biochemie I	- 44 -
Biochemisches Praktikum	- 45 -
Physikalische Chemie III	- 46 -
Technische Chemie I: Chemische Verfahrenstechnik	- 47 -
Theoretische Chemie I	- 48 -
Biophysikalische Chemie I	- 49 -
Wahlpflichtpraktika I-V	- 51 -
Fachspezifische Wahlpflichtpraktika	- 51 -
F-Synthesepraktikum in Anorganischer Chemie	- 51 -
F-Synthesepraktikum in Organischer Chemie	- 52 -
Physikalisch-chemisches Praktikum für Fortgeschrittene	- 53 -
Analytisch-chemisches F-Praktikum	- 54 -
Biochemisches Praktikum	- 55 -
Technisch-chemisches Praktikum	- 56 -
Theoretisch-Chemisches Praktikum	- 57 -
Zusätzliche Wahlpraktika	- 59 -
Forschendes Lernen Nachhaltige Chemie	- 59 -
Teaching Assistant -	- 60 -
Lehren lernen im Chemielabor	- 60 -
Industriepraktikum	- 61 -
Bachelor-Arbeit Nachhaltige Chemie.....	- 62 -

Modulhandbuch für den Bachelor-Studiengang Nachhaltige Chemie

1 Beratungs- und Informationsangebote der Fakultät Chemie und Biochemie:

Bei Fragen im Zusammenhang mit dem Studiengang wenden Sie sich bitte an die Studienfachberatung.

Studienfachberatung Nachhaltige Chemie		
	Kontakt	Schwerpunkt/Sprechstunde
Fachschaft Chemie & Biochemie	Tel. +49 23432-25287	Studienanfänger, Orientierungswoche/ nach Vereinbarung
Prüfungsamt -Studienkoordination Dr. Volker Patzke	Tel. +49 23432-28645	Studien- und Prüfungsangelegenheiten/ nach Vereinbarung
Beauftragter Nachhaltige Chemie Prof. Dr. Lars Borchardt	Tel. +49 23432-32-29431	Studienfachberatung/ nach Vereinbarung
Studiendekan Prof. Dr., Gerald Dyker	Tel. +49 23432-24551	Bei Problemen mit Prüfungsordnung/ nach Vereinbarung

Aktuelle Informationen zum Studium finden Sie unter:

<https://chemie.ruhr-uni-bochum.de/de/studium/%C3%BCbersicht/studienangebot.html>

2 Studienverlaufsplan für den Bachelor-Studiengang Nachhaltige Chemie

1. Semester	Chemie im Kontext	Konzepte d. Chemie		Einf. Praktikum	Math. Konzepte	Phys. Konzepte	
2. Semester	Analyt. Chem.	Anorg. Chem. I	Anorg. Chem. PR	Org. Chem. I	Anw. Math. Verf.	Physik	
3. Semester	Analyt. Chem. Praktikum	Methoden d. Strukturaufklärung	Nachh. Chem. I	Org. Chem. II	Phys. Chem. Prakt.	Phys. Chem.	Theorie d. chem. Bind.
4. Semester	Anorg. Chem. II	Nachh. Chem. II	Org. Grundpraktikum	Phys. Chem. II	Wahlpflicht Basis (BC – TC)		
5. Semester	Nachh. Chem. III	Wahlpflicht-V-I	Wahlpflicht-V-II	Wahlpflicht-V-III	Wahlpflicht-P-I	Wahlpflicht-P-II	
6. Semester	Wahlpflicht-V-IV	Wahlpflicht-P-III	Wahlpflicht-P-IV	Wahlpflicht-P-V	Bachelorarbeit		

Abb. 1: Visualisierter Studienplan

(1) Der Studienplan gilt in Verbindung mit der Prüfungsordnung für den Bachelor-Studiengang Nachhaltige Chemie. Es wird empfohlen, die Lehrveranstaltungen in der in Anlage 1 angegebenen Reihenfolge zu besuchen. Für einzelne Praktika ist die erfolgreiche Teilnahme an vorhergehenden Lehrveranstaltungen entsprechend Abs. 2 erforderlich.

V = Vorlesung, Ü = Übungen, S = Seminar, Pr = Praktikum, CP = Kreditpunkte für den jeweiligen Leistungsnachweis

Sem.	Lehrveranstaltung	V	Ü/S	Pr	CP
1. (WS)	Chemie im Kontext	3	2	-	7
	Konzepte der Chemie	6	2	-	8
	Fachübergreifendes Einführungspraktikum	-	-	10	5
	Mathematik für Chemiker	3	1	-	5
	Physikalische Grundlagen der Chemie	3	2	-	5
32 SWS	Summe: 1. Semester	15	7	10	30
2. (SS)	Anorganische Chemie I	2	1	-	5
	Anorganisch-chemisches Grundpraktikum	-	-	7	4
	Analytische Chemie I	3	2	-	5
	Organische Chemie I	3	1	-	5
	Anwendung mathemat. Verfahren in der Chemie	2	1	-	5
	Grundlagen der Physik	2	1	-	5
	Praktikum Physik	-	-	4	2
29 SWS	Summe: 2. Semester	12	6	11	31
3. (WS)	Analytisch-chemisches Grundpraktikum	-	-	7	4
	Organische Chemie II	3	1	-	5
	Nachhaltige Chemie I	2	-	4	5
	Physikalische Chemie I	2	1	-	5
	Physikalisch-chemisches Grundpraktikum	-	1	6	4
	Theorie der chemischen Bindung	2	1	-	5
	Methoden der Strukturaufklärung	2	1	-	5
33 SWS	Summe: 3. Semester	11	5	17	33
4. (SS)	Anorganische Chemie II	2	1	-	5
	Nachhaltige Chemie II	2	1	-	5
	Organisch-chemisches Grundpraktikum	-	1	11	6
	Physikalische Chemie II	2	1	-	5
	Wahlpflichtbasisvorlesung:	-	-	-	5
	Einführung in die Biochemie	2	1	-	5
	Grundlagen der Technischen Chemie	2	1	-	5
24 SWS	Summe: 4. Semester	8	5	11	26
5./6. Sem.	Nachhaltige Chemie III	2	1	-	5
	Wahlpflichtvorlesungen I-IV*):	-	-	-	20
	Analytische Chemie II	2	1	-	5
	Anorganische Chemie III	2	1	-	5
	Organische Chemie III	2	1	-	5
	Biochemie I	2	1	-	5
	Physikalische Chemie III	2	1	-	5
	Technische Chemie I	2	1	-	5

Theoretische Chemie I	2	1	-	5
Biophysikalische Chemie	2	1	-	5
Wahlpflichtpraktika I-V**):	-	-	-	25
fachspezifische Wahlpflichtpraktika***)				
F-Synthesepraktikum in Anorg. Chemie	-	-	8	5
F-Synthesepraktikum in Organischer Chemie	-	-	8	5
Physikalisch-Chemisches F-Praktikum	-	-	8	5
Analytisch-chemisches F-Praktikum	-	1	6	5
Biochemisches Praktikum	-	1	6	5
Technisch-chemisches Praktikum	-	1	6	5
Theoretisch-chemisches Praktikum	-	1	6	5
Zusätzliche Wahlpraktika				
Forschendes Lernen Nachhaltige Chemie			8	5
Teaching Assistant		1	6	5
Industriepraktikum	-	-	8	5
Bachelor-Arbeit	-	-	-	10
Summe: 5. + 6. Semester				60
Summe: 1 – 6. Semester				180

3 Modularisierungskonzept

Gemäß den zu erwerbenden Kompetenzen wurden kompakt strukturierte Module definiert, die inhaltlich zusammenhängende Lehrveranstaltungen zusammenfassen und den Anforderungen entsprechend sequentiell angelegt sind. Eine Sequenzialisierung der Module ist zwingend erforderlich, da die Module aufeinander aufbauen. Alle Module umfassen mindestens 5 Kreditpunkte (CP). In den ersten 4 Semestern sind mit Ausnahme der Wahlpflicht-Basisvorlesungen Biochemie und Technische Chemie alle Veranstaltungen verpflichtend. Dies ist notwendig, um eine ausreichende Basis zu gewährleisten. Im 5. Und 6. Semester können die Studierenden neben den verpflichtenden Veranstaltungen Bachelorarbeit und Nachhaltige Chemie III neun Vorlesungen/Praktika aus der folgenden Liste frei wählen, wobei mindestens drei Wahlpflichtvorlesungen und mindestens vier Wahlpflichtpraktika gewählt werden müssen:

Wahlpflichtvorlesungen: Anorganische Chemie III, Organische Chemie III, Physikalische Chemie III, Biophysikalische Chemie, Analytische Chemie II, Biochemie I, Technische Chemie I, Theoretische Chemie I

Wahlpflichtpraktika: F-Synthesepraktikum in Anorganische Chemie, F-Synthesepraktikum in Organischer Chemie, Physikalisch-Chemisches F-Praktikum, Analytisch-chemisches F-Praktikum, Biochemisches Praktikum, Technisch-chemisches Praktikum, Theoretisch-chemisches Praktikum, Forschendes Lernen Nachhaltige Chemie, Teaching Assistant, Industriepraktikum

4 Prüfungsformen und Nachteilsausgleich

Die Module, die Vorlesungen und Übungen beinhalten, werden mit schriftlichen Abschlussprüfungen (Dauer in der Regel 2 Stunden) abgeschlossen. Die Praktika und praktische Module werden nicht benotet, jedoch finden in den Praktika Gespräche mit Prüfungscharakter - z.B. als Antestate oder Versuchsbesprechungen - statt. Im organisch-chemischen sowie im anorganisch-chemischen Grundpraktikum erfolgt zudem eine umfassendere halbstündige mündliche Abschlussprüfung. Damit lernen die Studierenden neben den schriftlichen Prüfungen auch ein breites Spektrum an mündlichen Prüfungsformen kennen. Auch die praktischen Lehrveranstaltungen in einzelnen Modulen werden durch Antestate, Versuchsbesprechungen und experimentelle Vorgaben begleitet.

Der Studiengang folgt den Grundsätzen der Chancengleichheit, die für die Ruhr-Universität ein zentrales Kriterium der Hochschulentwicklung ist.

Bei attestiertem Bedarf wird für Klausuren ein Nachteilsausgleich gewährt (verlängerte Bearbeitungszeiten, Pausen) und gegebenenfalls dann für Praktika, die Umgang mit Gefahrstoffen beinhalten, im Einklang mit der Gefährdungsbeurteilung Ersatzleistungen angeboten.

5 Hinweise zur Prüfungsordnung

*) An Wahlpflichtvorlesungen sind mindestens drei aus den gelisteten Wahlmöglichkeiten des Lehrveranstaltungsangebots der Fakultät für Chemie und Biochemie zu absolvieren.

**) An Wahlpflichtpraktika sind mindestens vier aus den gelisteten Wahlmöglichkeiten des Lehrveranstaltungsangebots der Fakultät für Chemie und Biochemie zu absolvieren.

***) Von den fachspezifischen Wahlpflichtpraktika sind mindestens drei der gelisteten Module zu wählen.

(2) Sämtliche Module in Teil 1 des Modulplans (1. bis 4. Semester) sind Pflichtmodule oder Wahlpflichtmodule. Für Teil 2 des Modulplans (5. bis 6. Semester) gelten die Regelungen zur Wahlfreiheit gemäß § 4 Abs. 2 der Prüfungsordnung. Die Zusatzfächer können aus der vom Prüfungsausschuss genehmigten Liste gewählt werden, die über das Prüfungsamt einsehbar ist.

(3) Ist die Aufnahme eines weiterführenden Master-Studiengangs geplant, so sind für die Wahl der Module in Teil 2 des Modulplans die Zugangsvoraussetzungen zu diesem Masterstudiengang zu beachten (qualifizierter Bachelor).

(4) Der Prüfungsausschuss kann in begründeten Ausnahmefällen Abweichungen von den Vorschriften der Absätze 1 bis 3 bzw. Abweichungen des Modulplans genehmigen.

(5) Die Zulassung zu den nachstehend genannten Praktika ist abhängig von dem Vorliegen eines Leistungsnachweises für die im Ausbildungsgang vorhergehenden Lehrveranstaltungen (Vorleistungen) gemäß der nachstehenden Zusammenstellung.

Praktikum	Vorleistung(en)
Anorganisch-chemisches Grundpraktikum	1. Konzepte der Chemie 2. Fachübergreifendes Einführungspraktikum
Analytisch-chemisches Grundpraktikum	1. Analytische Chemie I 2. Fachübergreifendes Einführungspraktikum
Organisch-chemisches Grundpraktikum	1. Organische Chemie I oder Organische Chemie II

Physikalisch-chemisches Grundpraktikum	1. Mathematik für Chemiker oder Physikalische Grundlagen der Chemie
F-Praktikum für Synthesechemie	1. Anorganisch-chemisches Grundpraktikum 2. Organisch-chemisches Grundpraktikum
Physikalisch-chemisches F-Praktikum	1. Physikalische Chemie I oder Physikalische Chemie II 2. Physikalisch-chemisches Grundpraktikum
Analytisch-chemisches F-Praktikum	1. Analytische Chemie II oder Methoden der Strukturaufklärung oder Nachhaltige Chemie I 2. Grundpraktikum Analytische Chemie
Theoretisch-chemisches Praktikum	1. Theoretische Chemie I
Technisch-chemisches Praktikum	1. Grundlagen der Technischen Chemie oder Technische Chemie I
Biochemisches Praktikum	Einführung in die Biochemie oder Biochemie I

Beschreibung der Module:

Vorkurs zum Studium der Nachhaltigen Chemie					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 0 CP	Workload 40 h	Semester vor 1. Sem.	Turnus vor WS	Dauer 1 Woche
Vorkurs: a) Vorlesung b) Übung			Kontaktzeit a) 15 h b) 12 h	Selbststudium 13 h	Gruppengröße 150 – 180 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen: keine					
Lernziele (learning goals) Nach der erfolgreichen Teilnahme am Vorkurs kennen die Studierenden wesentliche Grundlagen zum Studium ‚Nachhaltige Chemie‘, u.a. - die Einheiten des SI-Systems und die Einheiten der wichtigsten abgeleiteten Größen und sind in der Lage diese in einfachen Anwendungen zu verwenden - Grundlegende Konzepte der Materie auf der Nanoskala und deren Spektroskopie können die Studierenden - einfache Berechnungen zum Potenzieren und Logarithmieren auszuführen. - den Kurvenverlauf einfacher Funktionen skizzieren und die Ableitungen dieser Funktionen berechnen. - Grundlagen zum atomaren Aufbau auf Kristallen anwenden. - gut vorbereitet und motiviert in das Studium starten.					
Inhalt Computergestützte Berechnung von Potenzen und Logarithmen; Kurvenverlauf und Ableitung einfacher Funktionen; SI-System und abgeleitete Größen inklusive Einheiten: Dichte, Kräfte, Druck, Arbeit und Energie; elektrische Größen: Stromstärke, Spannung und Widerstand, elektrisches Feld; Zustandsgleichung für Gase; Aufbau der Atome; Grundlagen der Spektroskopie an Atomen und Molekülen; Einblick in den Nano-Kosmos					
Lehrformen Vorlesung und Übungen mit Gruppenarbeit					
Prüfungsformen keine					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten es werden keine Kreditpunkte vergeben					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B.Sc. Chemie, B.Sc. Nachhaltige Chemie, B.Sc. Biochemie, 2-Fach BA					
Stellenwert der Note für die Endnote unbenotet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Dozierende der Fakultät für Chemie und Biochemie					
Sonstige Informationen					

Konzepte der Chemie					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 8 CP	Workload 240 h	Semester 1. Sem.	Turnus nur WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a. Konzepte der Chemie (V) b. Übung zur Vorlesung (Ü)			Kontaktzeit a) 6 SWS b) 2 SWS	Selbststudium a) 90 h b) 30 h	Gruppengröße Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende
Teilnahmevoraussetzungen: Keine					
Lernziele (learning outcomes) <u>Zielsetzung:</u> Gegenstand des Moduls ist die Vermittlung grundlegende Kenntnisse: I) den allgemeinen Konzepten der Chemie und des chemischen Rechnens II) der Chemie ausgewählter Hauptgruppenelemente III) Struktur und Reaktivität organischer Moleküle erlangen					
Inhalt <u>Vorlesung und Übung (a) und b))</u> Teil: Konzepte der Allgemeinen Chemie Chemisches Rechnen: Stöchiometrisches Rechnen, Konzentrationen, pH-Wert, Mischungen; Chemische Statik: Stoffe, Verbindungen, Elemente, Stöchiometrielehre, Aufbau der Atome, Aufbau und Trends des Periodensystems der Elemente; Chemische Bindung: Moleküle und Orbitale, Valenzbindungstheorie, Molekülorbitaltheorie, Ionenkristalle und Kugelpackungen, metallische Bindung, Wechselwirkungen; Gestalt der Materie: Strukturen von Molekülverbindungen, VSEPR-Modell, Punktgruppensymmetrie; Chemische Energetik: Grundlagen der Enthalpie, Enthalpie, Satz von Hess, Born-Haber Kreisprozess; Chemische Kinetik: Geschwindigkeit chemischer Reaktionen, Geschwindigkeitsgesetze, Aktivierungsenergie, Katalyse; Chemisches Gleichgewicht: Gleichgewichtsreaktionen, Löslichkeitsgleichgewichte, Massewirkungsgesetz, Gleichgewichtskonstante; Redoxreaktionen: Oxidationszahlen, Aufstellen und Ausgleichen von Redoxreaktionen, Redoxpotentiale, Redoxgleichgewichte, Batterien; Säuren und Basen: Säure/Base Theorien, starke, schwache Säuren; Teil: Konzepte der Hauptgruppenchemie Elemente der 2. Und 3. Periode: Vorkommen, Struktur und Darstellung Chemie der Hauptgruppenelemente: Element-Wasserstoffverbindungen von elektronenarm bis elektronenreich, Element-Halogen, Element-Sauerstoffverbindungen Teil: Konzepte der Organischen Chemie Chemie des Kohlenstoffs: Was ist organische Chemie? Nomenklatur organischer Moleküle: Substanzklasse der Alkane, Übersicht über funktionelle Gruppen (insbesondere Alkene/Alkine, Alkohole, Amine, Ether, Carbonsäurederivate), Struktur organischer Moleküle: verschiedene Projektionen, Stereochemie, (Konformation, Konstitution, Konfiguration); Konzepte zur Reaktivität: Partialladungen, elektronenziehende und -schiebende Gruppen, Nukleophil/Elektrophil am Beispiel von Reaktionen an der Carbonylgruppe					
Lehrformen					

a) Experimentalvorlesung, inverted class room, Lehrvideos (Selbststudium), b) Präsenzübungen, Selbstrechenübung c) Seminar Sprache: Deutsch
Prüfungsformen a) und b) Klausur 240 min am Semesterende, es wird angeboten die Klausur in zwei Teilen zu je 120 min (je 50% Wertung) während des Semesters zu schreiben.
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Klausur
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Chemie, Biochemie, 2-Fach Bachelorstudiengänge mit Chemie als einem Fach, Teile des Moduls (z.B. der V und Ü) können in anderen Studiengängen als Grundlagen im Nebenfach Chemie angeboten werden.
Stellenwert der Note für die Endnote nach CP gewichtet
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Lars Borchardt, Prof. Dr. Christian Merten, und alle Dozentinnen und Dozenten der Anorganischen Chemie
Sonstige Informationen

Fachübergreifendes Einführungspraktikum					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 1. Sem.	Turnus nur WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Fachübergreifendes Einführungspraktikum (P)			Kontaktzeit 6 SWS	Selbststudium 60 h	Gruppengröße Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende
Teilnahmevoraussetzungen: Keine					
Lernziele (learning outcomes) <u>Zielsetzung:</u> Gegenstand des Moduls ist die Vermittlung grundlegende Kenntnisse der Arbeitsweise in chemischen Laboratorien und der Durchführung einfacher Versuche Grundlagen wissenschaftlicher Datenverarbeitung (Pythonprogrammierung; Daten- und Kontrollstrukturen) <u>Kompetenzen:</u> Nach Ende dieses Moduls können die Studierenden: I) praktische chemische Arbeiten selbständig durchführen und protokollieren II) die erlernten Techniken anwenden, um unbekannte Feststoffe mittels Nachweisreaktionen zu identifizieren III) Erstellen und Anwenden einfacher Python Skripte zur Datenanalyse und Visualisierung.					
Inhalt Tätigkeiten im Labor: Umgang mit Waage, Zentrifuge, Glasgeräten, Saugfalschen, Vakuumpumpen, Trockenschränken, Gasbrennern und Rührplatten, pH-Wert Bestimmung; Sauberes Arbeiten: Stammlösungen herstellen, Verdünnungsreihen erstellen, Umgang mit geeichten Geräten, Titration; Trennungungsverfahren: Flüssig/Flüssig und Flüssig-Fest Trennungen, Dekantieren, Filtrieren, Zentrifugieren, Ausschütteln, Abnutschen; Umgang mit Gefahrstoffen: Handhabung, Entsorgung, Schutzausrüstung Nachweisreaktionen: Vorproben, Trennungsgang der Anionen/Kationen Reaktionsführung: Vorbereitung, Durchführung und Aufarbeiten einfacher chemischer Reaktionen, Umkristallisieren Python Programmierung: Arbeiten mit Jupyter-Notebooks, Erstellung von Skripten zur Datenanalyse und Visualisierung.					
Lehrformen Praktikum Sprache: Deutsch					
Prüfungsformen Teilnahme an Sicherheitsveranstaltungen, erfolgreiche Durchführung der Praktikumsversuche, Bestehen der Antestate und Abgabe der Protokolle zu den Versuchsdurchführungen. Einreichung von lauffähigen Python-Skripten.					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Chemie, Biochemie, 2-Fach Bachelorstudiengänge mit Chemie als einem Fach, Teile des Moduls (z.B. der V und Ü) können in anderen Studiengängen als Grundlagen im Nebenfach Chemie angeboten werden.					
Stellenwert der Note für die Endnote nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Dr. Sven Grätz, Prof. Dr. Rochus Schmid, Prof. Dr. Christof Hättig					
Sonstige Informationen					

Chemie im Kontext					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 7 CP	Workload 210 h	Semester 1. Sem.	Turnus nur WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a. Vorlesung Einführung zur Nachhaltigen Chemie b. Gefahrstoffrecht, Toxikologie und Ethik			Kontaktzeit a) 3 SWS b) 2 SWS	Selbststudium m c) 100 h d) 35 h	Gruppengröße Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 150 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen: Keine					
Lernziele (learning outcomes) <u>Zielsetzung:</u> Gegenstand der Vorlesung ist die Vermittlung: I) der Grundlagen der Wissenschaftstheorie II) der Grundlagen der nachhaltigen Chemie und der Rahmenbedingungen der grünen Chemie III) von toxikologischen Grundlagen, eine Einführung in das Gefahrstoffrecht und basierend auf der Empfehlung der Studienkommission der GDCh von 2015. Ein weiterer Fokus liegt hierbei auf die jüngsten Änderungen im Chemikalienrecht wie REACH, der Chemikalienverbotsverordnung und der Gefahrstoffverordnung. IV) eine Diskussion über ethische Fragen in der Chemie. <u>Kompetenzen:</u> Nach Ende dieses Moduls soll der/die Student/Studentin: I) sich innerhalb eines wissenschaftlichen Diskurses sicher bewegen und argumentieren können und Fallstricke erkennen und vermeiden II) die Grundlagen und Notwendigkeit der Nachhaltigkeit kennen III) die Prüfung zur eingeschränkten Sachkunde für das Inverkehrbringen von gefährlichen Stoffen und Zubereitungen gemäß § 5 der Chemikalien-Verbotsverordnung ablegen. Das theoretische Verständnis wird vertieft durch praktische Fallbeispiele					
Inhalt Wissenschaftstheorie: Selbstverständnis des Wissenschaftlers, Argumentation, Hypothesen, Scheinargumente, Pseudowissenschaft, Empirismus, Experimente Chemie und Nachhaltigkeit: Planetare Grenzen, „Green Metrics“, UN-Sustainability Goals, grüne Chemie Grundlagen Toxikologie: Wirkungen auf die Umwelt Grundkenntnisse der Gefahrstoffkunde: Physikalische und chemische Eigenschaften, Einstufungen von Gefahrstoffen nach GHS und CLP Grenzwerte, Genese, Anwendbarkeit, Sinnhaftigkeit Rechtsordnung, Chemikaliengesetz: Grundzüge, Aufbau des Gesetzes Gefahrstoffverordnung: Grundzüge, Aufbau der Verordnung, Begriffe, Gefährlichkeitsmerkmale Chemikalien-Verbotsverordnung: Verbote, Erlaubnis- und Anzeigepflichten, Sachkunde REACH, die europäische Chemikalienverordnung Grundkenntnisse sonstiger verwandter Rechtsnormen Verwaltungs-, Straf- und Ordnungswidrigkeitenrecht gemäß ChemVV, GefahrstoffV Informationen zur Gefahrenabwehr: Sicherheitskonzepte Ethische Fragen in der Chemie: Innovation vs. Gefahr, Fälschungen, Nachhaltigkeit Als Vorbereitung für die Prüfung der eingeschränkten Sachkunde nach § 11 Chemikalienverbotsverordnung: Prüfungsinhalte von Anhang I und II der Bekanntmachung, Hinweise und Empfehlungen zum Sachkundenachweis gemäß § 11 der Chemikalien-Verbotsverordnung vom 17. Mai 2018 Anhang I: Grundlagen					

1. Grundlagen des europäischen und deutschen Chemikalienrechts (REACH-Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008, Biozidprodukte-Verordnung (EU) Nr. 528/2012, ChemG) 2. Chemikalien-Verbotsverordnung 3. Gefahrstoffverordnung 4. Grundkenntnisse sonstiger verwandter Rechtsnormen auf nationaler und EU-Ebene 5. Grundbegriffe der Gefahrstoffkunde und mit der Verwendung verbundene Gefahren 6. Informationen zur Gefahrenabwehr und Erste Hilfe 7. Straf- und Ordnungswidrigkeitenrecht <u>Anhang II: Abgabe und Bereitstellung von Stoffen und Gemischen nach Anlage 2 der ChemVerbotsV,</u> die nicht Biozidprodukte bzw. Pflanzenschutzmittel sind 1. Physikalische und chemische Eigenschaften 2. Grundkenntnisse der Toxikologie 3. Wirkungen gefährlicher Stoffe auf die Umwelt 4. Spezielle Eigenschaften wichtiger Stoffgruppen 5. Möglichkeiten der Gefahrenabwehr 6. Kenntnisse der REACH-Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 7. Kenntnisse zur CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 8. Kenntnisse der TRGS
Lehrformen d) Vorlesung, eLearning b) Präsenzübungen; Sprache: Deutsch
Prüfungsformen Klausur 90 min
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Klausur
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Biochemie, 2-Fach Bachelorstudiengänge mit Chemie als einem Fach
Stellenwert der Note für die Endnote nach CP gewichtet
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Lars Borchardt, Dr. Elric Engelage
Sonstige Informationen

Physikalische Grundlagen der Chemie					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 1. Semester	Turnus WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Physikalische Grundlagen der Chemie			Kontaktzeit 5 SWS, 75 h	Selbststudium 75 h	Gruppengröße 200 Studierende Übungsgruppe n: 30
Teilnahmevoraussetzungen: keine					
Lernziele Absolventen dieses Moduls erwerben ein grundlegendes Verständnis physikalischer und physikalisch-chemischer Konzepte und ihre Anwendungen in der nachhaltigen Chemie. Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende Fragestellungen und Konzepte der Physik und physikalischen Chemie zu verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.					
Inhalt 1. Grundbegriffe: Wissenschaftliches Arbeiten, SI-Einheiten, Naturkonstanten, Einfache Eigenschaften physikalischer Körper 2. Modellhafte Beschreibungen: Vorteile und Grenzen 3. Physikalische Grundlagen: Kräfte, Bewegungsgleichungen, Impuls, Drehimpuls, Arbeit, Leistung, Energie, Potentiale, Schwingungen und Wellen, Interferenz 4. Bausteine der Materie und ihre Beobachtung: Welle-Teilchen-Dualismus, H-Atom, Mehrelektronensysteme, Moleküle, Quantisierte Energiezustände 5. Systeme mit vielen Teilchen: Energieverteilung, mittlere Energie, Temperatur, ideales Gasgesetz 6. Thermodynamik: thermodynamische Systeme, innere Energie, Energieerhaltung, Hauptsätze der Thermodynamik. 7. Einfache Anwendungen der Thermodynamik: Volumenarbeit, Wärmepumpe 8. Molekulare Wechselwirkungen und Umwandlungsprozesse: van-der-Waals-Gleichung, Phasengrenzlinien, chemische Reaktionen 9. Thermodynamische Kenngrößen: Enthalpie und Entropie, freie Gibbs-Energie, chemisches Potential 10. Gleichgewichtsprozesse: Phasengrenzlinien, Reaktionsgleichgewichte, Gleichgewichtskonstante					
Lehrformen Vorlesung (3 SWS, 45 h), Übung (2 SWS, 30 h).					
Prüfungsformen Klausur					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten					
Bestehen der Klausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)					
B.Sc. Chemie, B.Sc. Biochemie, 2-Fach BA					
Stellenwert der Note für die Endnote					
Nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende					
Dozenten und Dozentinnen der physikalischen Chemie					
Sonstige Informationen					

Analytische Chemie I					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 2. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung Analytische Chemie I b) Übungen zur Vorlesung Analytische Chemie I			Kontaktzeit a) 3 SWS / 42 h b) 2 SWS / 28 h	Selbststudium 80 h	Gruppengröße 150 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen Keine					
Lernziele (learning outcomes) <u>Zielsetzung:</u> Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls besitzen Studierende ein grundlegendes Verständnis über die Grundkonzepte von chemischen Analysen von Reinstoffen und Stoffgemischen. Die Studierenden erwerben Grundkenntnisse über Trennverfahren, nasschemische Analytik und ausgewählte spektroskopische, chromatographische und elektrochemische Methoden der Instrumentellen Analytik. <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die erlernten Methoden auf umweltanalytische Fragestellungen anzuwenden. Sie beherrschen die Berechnung von Analyseergebnissen aus den experimentellen Messwerten und sind befähigt, die erhaltenen Messergebnisse kritisch zu beurteilen und mögliche Fehlerquellen zu erkennen.					
Inhalt – Grundlegende Konzepte der Analytischen Chemie von Probennahme bis zur Auswertung und Beurteilung, – Auswahl, Anwendung und Auswertung grundlegender Trennverfahren und nasschemischer Analysemethoden – Instrumentelle Methoden, inkl. Messprinzip, Messaufbau, Dateninterpretation, Evaluation der Eignung der der Methoden für unterschiedliche Probenarten /Fragestellungen inkl. Berücksichtigung der Ressourcenoptimierung: a) Elektroanalytik und Elektrolyse b) Photometrie c) Elementaranalytik					
Lehrformen a) Vorlesung, e-learning Module im Moodle; b) Übung					
Prüfungsformen schriftliche Modulabschlussprüfung von 120 min					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Klausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) BSc. Chemie; BSc. Biochemie;					
Stellenwert der Note für die Endnote nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende A. Rosenhahn, S. Seisel, K. Tschulik					
Sonstige Informationen					

Mathematik für Chemiker					
Modul-Nr. 4	Credits 6 CP	Workload 180 h	Semester 1. Sem.	Turnus WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung Mathematik für Chemiker b) Übung Mathematik für Chemiker			Kontaktzeit a) 3 SWS/ 45h b) 2 SWS/ 30h	Selbststudium 105 h	Gruppengröße a) ca. 200 Stud. b) je 25 Stud.
Teilnahmevoraussetzungen:					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • kennen Studierende für den Studiengang Chemie bzw. Biochemie grundlegende anwendungsrelevante Konzepte und Methoden der Mathematik, insb. der Analysis und Statistik. • beherrschen Studierende relevante Rechentechniken sowie eine logische und strukturierte Herangehensweise an komplexe Problemstellungen. • können Studierende Anwendungen der Mathematik in der Chemie bzw. Biochemie nachzuvollziehen und auf ähnliche Anwendungskontexte übertragen. • können Studierende mit grundlegenden anwendungsrelevanten mathematischen Konzepten sowie mathematischen Modellvorstellungen für das naturwissenschaftliche Arbeiten umgehen. • können Studierende logisch und mit einem angemessenen Maß an Abstraktion eigenständig aber auch in Teams mathematisch präzise an Problemlösungen arbeiten.					
Inhalt 1. Grundlagen zur Mengenlehre, Zahlensystemen (inkl. komplexer Zahlen) sowie Abbildungen 2. Spezielle Funktionen (trigonometrische Funktionen, Exponentialfunktion, Logarithmus) 3. Folgen und Reihen (inkl. Potenzreihen) und Konvergenzuntersuchungen 4. Stetigkeit von Funktionen sowie Grenzwertuntersuchungen 5. Differentialrechnung (Ableitungen, totales Differential, Taylorreihen) 6. Integralrechnung (Integrationsregeln, bestimmte und uneigentliche Integrale, Fourierreihen) 7. Gewöhnliche Differentialgleichungen (nur der homogene lineare Fall in beliebiger Ordnung) 8. Grundlagen der deskriptiven Statistik (Lage- und Streumaße, Korrelation) 9. Grundlegende Begriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung 10. Diskrete und kontinuierliche Verteilungen 11. Symmetrische Konfidenzintervalle und Regressionsrechnung 12. Das Gauß'sche Fehlerfortpflanzungsgesetz und Zentraler Grenzwertsatz 13. Einblick in das Testen von Hypothesen					
Lehrformen Vorlesung, seminaristischer Unterricht, Gruppenarbeiten,					
Prüfungsformen Klausur; Es ist der Erwerb von Bonuspunkten in drei vorlesungsbegleitenden Miniklausuren möglich.					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestandene Modulklausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Studiengang BSc Chemie , Studiengang BSc Biochemie					
Stellenwert der Note für die Endnote					

Nach CP gewichtet
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende E. Glasmachers
Sonstige Informationen Die Veranstaltung wird von einem Moodle-Kurs mit Material zur Vorlesung und den Übungen begleitet

Anwendung Mathematischer Verfahren in der Chemie					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 2. Sem.	Turnus Nur SS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			Kontaktzeit a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	Selbststudium 105 h	Gruppengröße Ca.100 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen:					
Lernziele (learning outcomes) <u>Zielsetzung:</u> Die Teilnehmenden sollen in die Lage versetzt werden, mathematische Methoden aus den Bereichen Algebra sowie Operator- und Variationsrechnung zur Beantwortung von theoretisch-chemischen und physikalisch-chemischen Fragestellungen anzuwenden. <u>Kompetenzen:</u> In dieser Vorlesung vertiefen die Teilnehmenden die in der Erstsemestervorlesung erarbeiteten mathematischen Methoden der Chemie und erweitern diese im Hinblick auf die Vorlesungen mit physikalisch-chemischen und theoretisch-chemischen Inhalten in den folgenden Semestern. Durch konkrete Anwendungsbeispiele wird ein Praxisbezug hergestellt, und die Einsatzmöglichkeiten von Computern zur energieeffizienten und ressourcenschonenden Lösung typischer Aufgabenstellungen werden erläutert und durch geeignete Experimente ergänzt.					
Inhalt 1. Anwendungen der Vektor- und Matrixrechnung: Vektorraum, Skalarprodukt und Norm, lineare (Un)Abhängigkeit, Basisvektoren, Matrizen als Abbildungen von Vektoren, Rechenregeln der Matrixrechnung (Hintereinanderausführung/Verkettung, Inverses, Transponierung), spezielle Matrizen (z.B. unitär, selbstadjungiert) und Determinanten zur Beschreibung von z.B. optischen Strahlengängen, Molekülstrukturen, Phasenraumtrajektorien. Einsatz von modernen Rechenmethoden in der Chemie (z.B. Rechnen mit sehr großen Matrizen) 2. Anwendungen des Rechnens mit Funktionen: Abbildungen von Funktionen (z.B. zur Beschreibung von Symmetrioperationen) und deren Rechenregeln (Hintereinanderausführung, Inverses, Kommutatoren z.B. Heisenbergsche Vertauschungsrelation), Funktionenräume, Vollständigkeitsrelation, Hilberträume, Darstellung von Funktionen und funktionswertigen Abbildungen mit Hilfe einer Basis, Entwicklung mit Gaußfunktionen oder ebenen Wellen als Basis in der Quantenchemie. Fourierentwicklung und -analyse (z.B. in der Molekülspektroskopie). Darstellungstheorie für Punktgruppen. Erste Demonstrationen von Einsatzmöglichkeiten der Computerchemie 3. Systeme von linearen (Differential-)Gleichungen: homogene und inhomogene lineare Gleichungssysteme, Matrixform, Lösbarkeit und Lösungsverfahren, Systeme von homogenen Differentialgleichungen und Anwendungen in der Physikalischen Chemie und der Theoretischen Chemie, z. B. in der Kinetik (Reaktionen erster Ordnung, Michaelis-Menten Kinetik) und der Beschreibung von Molekülschwingungen (Infrarotspektroskopie) 4. Grundbegriffe der Variationsrechnung: Bestimmung und Charakterisierung von Extremstellen, Funktionen mehrerer Variablen, Gradienten, Hesse-Matrix, Optimierungen mit Randbedingungen (Methode der Lagrange-Multiplikatoren, z.B. in der Molekulardynamik), Zusammenhang mit Fehlerrechnung und Anpassen („Fitten“) von Funktionen. 5. Matrix- und Operator-Eigenwertprobleme: Berechnung von Eigenwerten und Eigenvektoren von Matrizen, Anwendungen von Matrixeigenwertproblemen in der Molekülorbital-Theorie (z.B. Hückel-Modell) und zur Berechnung von Molekülschwingungen (z.B. Normalmodenanalyse in der IR-Spektroskopie), Operator-Eigenwertproblem am Beispiel einfacher quantenmechanischer Modellprobleme (z.B. Teilchen im Kasten, harmonischer Oszillator)					

Lehrformen
a) Vorlesung (2 SWS) b) Übungen (1 SWS)
Prüfungsformen
Klausur
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten
Bestandene Modulklausur
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
Modul kann CP-relevant in den Studiengang B.Sc. Biochemie integriert werden
Stellenwert der Note für die Endnote
Nach CP gewichtet
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
L. Schäfer, C. Hättig
Sonstige Informationen

Grundlagen der Physik					
Modul-Nr. 7	Credits 6 CP	Workload 160 h	Semester 2. Sem.	Turnus SoS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung Physik II b) Übung Physik II			Kontaktzeit a) 4 SWS/ 56 h b) 1 SWS/ 14 h	Selbststudium 90 h	Gruppengröße ca. 200 Stud.
Teilnahmevoraussetzungen: Vorkenntnisse Mathematik aus der Oberstufe und mathematische Vorkurse, Vorlesung Physik I					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls - kennen Studierende die Grundprinzipien der klassischen Physik durch Vortrag und durch Vorführung von Experimenten und kurze Einführung in die Quantenphysik. - verstehen Studierende grundlegende physikalische Fragestellungen. - können Studierende einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten erarbeiten.					
Inhalt Elektrizitätslehre: Elektrische Ladung, Elektrische Feldlinien, elektrisches Feld, Spannung, Kapazität eines Kondensators, elektrischer Strom, Stromstärke und Wirkungen, der elektrische Widerstand, Ohmsches Gesetz, Stromkreise, Kirchhoff'sche Gesetze, Arbeit und Leistung des elektrischen Stroms, Messungen von I, U, R, Magnetisches Feld und Induktion: Die magnetische Kraft, magnetisches Feld, Kräfte im Magnetfeld, Magnetische Induktion, Energiegehalt des magnetischen und elektrischen Feldes, Materie im elektrischen und magnetischen Feld, die Maxwell'schen Gleichungen, Zeitabhängige Ströme und Spannungen, der Wechselstromgenerator, Wechselstromwiderstände, der Transformator, Ein- und Ausschaltvorgänge: Schwingkreis, Mechanismen der elektrischen Leitung: elektrische Leitungen in Flüssigkeiten, elektrische Leitung in Metallen, elektrische Leitung in Halbleitern, Leitende Kunststoffe, Elektrizitätsleitung im Vakuum, Elektromagnetische Wellen: Analogiebetrachtung von mechanischen und elektromagnetischen Wellenerscheinungen, Elektromagnetische Wellen, Optik: Natur des sichtbaren Lichtes, Stahlenoptik (Geometrische Optik): Strahlen und Wellenfronten, Reflexion von ebenen Wellen, Brechung von ebenen Wellen, Optische Abbildungen, Wellenoptik: Interferenz, Kohärenzbedingung, Interferenz nach Reflexion und Brechung, Interferenz nach Beugung, Polarisation von Lichtwellen, der Laser, Quantenphysik: Eindimensionale Schrödingergleichung, Pauliprinzip					
Lehrformen Vorlesung, seminaristischer Unterricht					
Prüfungsformen Klausur					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestandene Modulklausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Studiengang BSc Chemie , Studiengang BSc Biochemie					
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende F.H. Heinsius					
Sonstige Informationen					

Anorganische Chemie I					
Modul-Nr.	Credits 9 CP	Workload 270 h	Semester 2. Sem.	Turnus nur SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Anorganische Chemie I b) Anorganisch-chemisches Grundpraktikum			Kontaktzeit a) 60 h b) 80 h	Selbststudium a) 65 h b) 65 h	Gruppengröße Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 120
Teilnahmevoraussetzungen a) Keine b) Klausur zur Vorlesung Allgemeine Chemie und Einführungspraktikum Allgemeine Chemie					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls a) besitzen die Studierenden grundlegende Kenntnisse in folgenden Gebieten: - • Koordinations-/Komplexchemie • Stoffchemie der Metalle Sie können: • Bindungszustände beschreiben und • die Reaktivität und Eigenschaften von Übergangsmetall-Komplexen aufgrund derer elektronischen Zustände vorhersagen b) können die Studierenden • praktische chemische Arbeiten im Bereich der Anorganischen Synthesechemie selbständig durchführen und die hergestellten Präparate mittels klassischer und moderner Analysemethoden untersuchen • die erlernten Kenntnisse der apparativen und handwerklichen Grundlagen mit dem vertieften theoretischen Wissen zu verbinden und auf neue anorganische Synthesen anwenden • konkrete Kenntnisse über den Umgang mit Gefahrstoffen anwenden					
Inhalt a) Koordinationschemie, Metalle • Historischer Hintergrund • Aufbau einer Komplexverbindung • Metall- und Ligandenklassifizierung • Ligandenfeld-/Kristallfeld-/Molekülorbitaltheorie • Symmetrie • Reaktionen von Komplexverbindungen, Eigenschaften von häufig verwendeten Liganden • Definition, Eigenschaften von Metallen (chemisch, physikalisch, mechanisch, strukturell) b) Anorganisch Chemisches Grundpraktikum • Chemie der Haupt- und Nebengruppenelemente • komplexe Salze im wässrigem Medium • Synthesen in nichtwässrigen Lösungsmitteln • Grundlagen der Festkörperchemie von kristallinen Verbindungen und intermetallischen Phasen					

• Nebengruppenelemente in verschiedenen Oxidationsstufen • Analytische und spektroskopische Methoden zur Substanzcharakterisierung: Refraktometrie, Polarometrie, IR-/Ramanspektroskopie, Lumineszenzspektroskopie, Röntgenpulverdiffraktometrie
Lehrformen a) Vorlesung mit Übungen und begleitendem e-learning Modul b) Praktikum mit begleitenden Seminaren und begleitendem e-learning
Prüfungsformen a) Klausur (120min.) am Semesterende b) Online Antestate und mündliche Antestate vor der praktischen Durchführung der Synthesen, Protokolle nach Fertigstellung der 6 Pflichtpräparate sowie einer Auswahl aus mindestens 5 Wahlpräparaten
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten a) Bestehen der Modulklausur b) Bestehen der Antestate vor der präparativen Arbeit (Fragen zur Theorie, Stöchiometrie, Laborsicherheit), erfolgreiche Synthese der zum Bestehen notwendigen Präparate innerhalb der limitierten Praktikumszeit, Vorlage eines testierten Protokolles für jedes Präparat
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Metzler-Nolte, Dr. Bert Mallick
Sonstige Informationen

Anorganische Chemie II					
Modul-Nr. III	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 4. Sem.	Turnus nur SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Anorganische Chemie II a) Vorlesung (V) b) Übung (Ü)			Kontaktzeit c) 2SWS/30 h d) 1 SWS/15 h	Selbststudium a) 60 h b) 45 h	Gruppengröße Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 70
Teilnahmevoraussetzungen: Keine					
Lernziele (learning outcomes) - Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über grundlegende Kenntnisse über - ausgewählte und allgemeine Konzepte der fortgeschrittenen Anorganischen Molekülchemie. - unterschiedliche Stoffklassen der element- und metallorganischen Chemie - Tendenzen von Struktur und Reaktivität in den Haupt- und Nebengruppen des Periodensystems der Elemente - Fachgebiets-übergreifende Anwendungen der Verbindungen - Symmetrie und Bindungstheorien. - Darüber hinaus sind die Studierenden in der Lage, ihre Kenntnisse selbständig zur Analyse und Bearbeitung intellektuell anspruchsvoller Fragestellungen in der modernen anorganischen Molekülchemie einzusetzen und zum Lösen von Problemen anzuwenden.					
Inhalt Das Modul befasst sich mit der Chemie anorganischer Molekülverbindungen, insbesondere mit metall- und elementorganischer Verbindungen der Haupt- und Nebengruppenelemente. Es werden u.a. folgende Themen bearbeitet: - Darstellung, Strukturen, Eigenschaften und Reaktivitäten - Bindungstheoretische Betrachtungen und Tendenzen im Periodensystem - Spektroskopische Methoden zur Aufklärung von Strukturen und Bindungssituationen - Anwendungen der Verbindungen in der Materialchemie und homogenen Katalyse - Aktuelle Entwicklungen wie niedervalente Hauptgruppenverbindungen und Aktivierung und Nutzung kleiner Moleküle als nachhaltige Synthesebausteine					
Lehrformen a) Präsenzvorlesung, inverted class room, Lehrvideos (Selbststudium), b) Präsenzübungen					
Prüfungsformen Klausur (bis zu 120min.) am Semesterende					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Modulklausur					
Verwendung des Moduls Chemie, Nachhaltige Chemie					
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende V. Däschlein-Gessner V. Däschlein-Gessner und Dozenten der Anorganischen Chemie					
Sonstige Informationen					

Organische Chemie I					
Modul-Nr. IV	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 2. Sem.	Turnus nur SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Organische Chemie I			Kontaktzeit 4 SWS / 52 h	Selbststudium 98 h	Gruppengröße Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 240
Teilnahmevoraussetzungen keine					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • kennen Studierende das Basiswissen der Organischen Chemie • verstehen Studierende strukturelle und mechanistische Grundlagen der Organischen Chemie • können Studierende die Reaktivitäten im Bereich von funktionalisierten Alkanen, Alkenen und Alkinen einschätzen • verstehen Grundlagenkenntnisse als Voraussetzung für eine Nachhaltige Chemie.					
Inhalt • Struktur und Bindungen organischer Moleküle • Übersicht über funktionelle Gruppen, Stoffklassen und Naturstoffe • Herstellung, Eigenschaften und grundlegende Reaktionen von Alkanen, Halogenalkanen, Alkoholen, Alkenen und Alkinen					
Lehrformen Inverted Classroom: Videos als Lehrmaterial; im Hörsaal Übungen und zusätzliche Erläuterungen; ergänzendes Tutorium					
Prüfungsformen Klausur (120min.) am Semesterende					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Klausur					
Verwendung des Moduls Pflichtmodul in den Bachelor-Studiengängen der Chemie und Biochemie; als theoretisches Basiswissen für das Modul Praktische Organische Chemie					
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende G. Dyker, F. Schulz					
Sonstige Informationen e-learning-Modul, Link: http://www.ruhr-uni-bochum.de/oc2/dyker/Vorlesungen.html					

Organische Chemie II					
Modul-Nr. V	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 3. Sem.	Turnus nur WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Organische Chemie II			Kontaktzeit 4 SWS / 52 h	Selbststudium 98 h	Gruppengröße Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200
Teilnahmevoraussetzungen Es wird zuvor der erfolgreiche Abschluss des Moduls Organische Chemie I empfohlen.					
Lernziele (learning outcomes) Diese Lehrveranstaltung erweitert das Basiswissen der Studierenden in Organischer Chemie. Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • verstehen Studierende erweiterte strukturelle und mechanistische Grundlagen der Organischen Chemie. • verstehen Studierende weiterführende organisch-chemische Fragestellungen. • können Studierende fachspezifische Lösungsmöglichkeiten erarbeiten. • können Studierende Reaktivitäten im Bereich von Aromaten, Carbonylverbindungen und Heterocyclen einschätzen. • erwerben erweiterte Grundkenntnisse zur organisch chemischen Prozessoptimierung als Voraussetzung für eine Nachhaltige Chemie.					
Inhalt • Chemie der Aromaten; Farbstoffe, Polymere • Eigenschaften, Herstellung und Reaktionen von Carbonylverbindungen • Amine und Heterocyclen • Nachhaltigkeit und Atomökonomie					
Lehrformen Inverted Classroom: Videos als Lehrmaterial; im Hörsaal Übungen und zusätzliche Erläuterungen; ergänzendes Tutorium					
Prüfungsformen Klausur (120min.) am Semesterende					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Klausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Pflichtmodul in den Bachelor-Studiengängen der Chemie und Biochemie; als theoretisches Basiswissen für das Modul Praktische Organische Chemie.					
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende G. Dyker, F. Schulz					
Sonstige Informationen e-learning-Modul, Link: http://www.ruhr-uni-bochum.de/oc2/dyker/Vorlesungen.html					

Organisch-chemisches Grundpraktikum					
Modul-Nr. 12	Credits 6 CP	Workload 180 h	Semester 4. Sem.	Turnus SoS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Praktikum mit Seminar b) Mündliche Abschlussprüfung			Kontaktzeit 8 SWS /	Selbststudium 60 h	Gruppengröße Ca. 140 pro Jahr (96 Praktikums-Plätze semesterbegleitend, 44 im Blockpraktikum)
Teilnahmevoraussetzungen: Der erfolgreiche Abschluss mindestens eines der Module Organische Chemie I oder Organische Chemie II.					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • kennen Studierende ein apparatives und praktisches Verständnis der Grundoperationen der Organischen Synthese • Studierende erwerben die Fähigkeit, einfache Synthesevorschriften im Bereich der Organischen Chemie praktisch nachzuvollziehen. • Sind die Studierenden vertraut mit den grundlegenden Sicherheitsvorschriften in der Organischen Chemie					
Inhalt Organisch-chemische Reaktionen und Verfahren wie Esterbildung, Herstellung von Derivaten organischer Säuren, Elektrophile Aromatische Substitution, Nukleophile Substitution, Additionen, Wittig-Reaktion, Grignard-Reaktionen, Radikalreaktionen, Darstellung von Enaminen, Hydroborierung, Photoreaktionen, Racemattrennung. Organisch-chemische Trennverfahren wie Destillation, Sublimation, Kristallisation und Chromatographie. Einfache analytische Methoden, UV, IR, NMR. Grundlegende Sicherheitsaspekte der organischen Chemie (Betriebsanweisungen, Abfalltrennung, Kennzeichnung von Gefahrstoffen)					
Lehrformen Praktikum					
Prüfungsformen Eingangskolloquium zu jedem der Versuche, zu testierende Abgabe der Präparate, zu testierende Versuchsprotokolle, Abschlusskolloquium					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Erfolgreiches absolvieren der Praktikumsversuche, sowie der mündlichen Abschlussprüfung					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Praxis-orientierte Grundlage für das Modul F-Synthesepraktikum Organische Chemie; Pflichtmodul in dem Bachelor-Studiengang der Chemie.					
Stellenwert der Note für die Endnote: Unbenotet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende S. Huber (Modulbeauftragter), L. Gooßen, F. Schulz, G. Dyker, C. Merten					
Sonstige Informationen					

Physikalische Chemie I					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 3. Semester	Turnus WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Physikalische Chemie I			Kontaktzeit 3 SWS, 45 h	Selbststudium 105 h	Gruppengröße 150 Studierende Übungsgruppe n: 30
Teilnahmevoraussetzungen: keine; empfohlen werden: Physikalische Grundlagen der Chemie, Mathematik für Chemiker					
Lernziele Absolventen dieses Moduls erwerben ein vertieftes Verständnis der Thermodynamik und ihrer Anwendungsmöglichkeiten in der nachhaltigen Chemie. Dazu gehören die Beziehungen zwischen Zustandsgrößen, insbesondere ihre Temperatur-, Druck- und Konzentrationsabhängigkeiten, um Phasengleichgewichte und chemische Reaktionsgleichgewichte einschließlich elektrochemischer Systeme quantitativ zu beschreiben. Darüber hinaus erlernen die Studierenden die Grundzüge der chemischen Reaktionskinetik, um zeitliche Verläufe chemischer Reaktionen zu beschreiben und zu analysieren und um daraus Rückschlüsse auf den Reaktionsmechanismus zu gewinnen. Die Zusammenhänge zwischen Energie und verschiedenen Aspekten chemischer Reaktionen und physikalischer Prozesse spielen für das Verständnis der Nachhaltigkeit in der Chemie eine wichtige Rolle und sollen hier besonders beleuchtet werden (z.B. Carnot-Zyklus, Wärmepumpe etc., sowie Temperatur- und Druckabhängigkeit chemischer Reaktionssysteme).					
Inhalt 11. Reale Gasgesetze 12. Zustandsfunktionen und Zustandsgrößen und die Berechnung von deren Änderungen über das totale Differenzial 13. Die Hauptsätze der Thermodynamik und ihre Verknüpfung miteinander 14. Thermodynamische Fundamentalgleichungen und Maxwellsche Beziehungen 15. Chemisches Potential und van't Hoffsche Reaktionsisotherme 16. Clausius-Clapeyron und Phasengleichgewichte 17. Thermodynamische Analyse kolligativer Eigenschaften 18. Die kinetische Gastheorie und die Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung. 19. Reaktionsordnung und Geschwindigkeitsgesetze 20. Kinetik von Gleichgewichtsreaktionen 21. Konsekutive Reaktionen und stationäre Näherungen 22. Arrhenius Gesetz					
Lehrformen Vorlesung (2 SWS, 30 h), Übung (1 SWS, 15 h)					
Prüfungsformen Klausur					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Klausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B.Sc. Chemie, B.Sc. Biochemie					

Stellenwert der Note für die Endnote
Nach CP gewichtet.
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
Dozenten der physikalischen Chemie
Sonstige Informationen

Praktische Grundlagen der Analytischen und Physikalischen Chemie					
Modul-Nr./-	Credits 8 CP	Workload 240 h	Semester 3. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Analytisch-chemisches Grundpraktikum b) Physikalisch Chemisches Grundpraktikum			Kontaktzeit a) 7 SWS / 98 h b) Praktikum: 4 SWS / 60 h, Seminar: 1 SWS / 15 h	Selbststudium a) 22 h b) 45 h	Gruppengröße 50 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen a) Leistungsnachweis Analytische Chemie I und Teilnahmenachweis Fachübergreifendes Einführungspraktikum b) Mathematik für Chemiker oder Physikalische Grundlagen der Chemie					
Lernziele (learning outcomes) <u>Zielsetzung:</u> a) Erwerb breit angelegter Praxiskenntnisse der klassischen Verfahren der quantitativen und grundlegenden Verfahren der instrumentellen Analyse; Einüben der spezifischen Arbeitstechniken der nasschemischen analytischen Chemie: Gerätekunde, Gerätebedienung und quantitative Arbeitstechnik; Selbständige und software-gestützte Auswertung der Versuchsergebnisse. Erlernen des primären Protokollierens experimenteller Ergebnisse im Laborjournal und des Erstellens vollständiger Versuchsprotokolle einschließlich der sicherheitstechnischen Aspekte, Fehlerbetrachtung und Ergebnisbewertung. b) Nach Ende des Praktikums haben Studierende ein apparatives und theoretisches Verständnis grundlegender experimenteller Techniken der Physikalischen Chemie erworben. Sie werden in der Lage sein, die durchgeführten Experimente in schriftlichen Berichten nach detaillierten Vorgaben darzustellen und in einem Seminarbeitrag zu präsentieren. <u>Kompetenzen:</u> a) Die Studierenden erwerben umfangreiche praktische Kenntnisse zur chemischen Analytik. Darüber hinaus erwerben sie Erfahrungen in der Bewertung und Anwendbarkeit von verschiedenen chemischen Analysemethoden auf umweltanalytische Fragestellungen. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden quantitative Analysenergebnisse erzielen, dokumentieren und deren Qualität einschätzen. b) Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, durchgeführte physikalisch-chemische Experimente schriftlichen zu dokumentieren und erzielte Ergebnisse in einem detaillierten Protokoll oder in einem Seminarbeitrag darzustellen.					
Inhalt: <u>Analytisch-chemisches Grundpraktikum</u> – Sicherheitsunterweisung: Vermittlung praktischer Kenntnisse zur Arbeitssicherheit speziell in einem analytisch-chemischen Labor – Grundlegen nasschemische Analyse- und Trennmethode – Instrumentelle Bestimmungsmethoden einschließlich verschiedener Kalibrationsverfahren (verschiedene spektroskopische und elektrochemische Analysen) – Projektarbeit zu komplexeren analytischen Fragestellungen im Kontext der Prozess-, Umwelt- und Bioanalytik – Beurteilung, Validierung und Dokumentation der erzielten Analysenergebnisse <u>Physikalisch-chemisches Grundpraktikum</u>					

<u>Apparative Methoden:</u> Physikalische und chemische Sensoren, Datenaufnahme per Computer, Kalorimeter, Wärme- und Kältebäder, Vakuumanlagen, Laser, Gasanlagen, Elektroden <u>Themengebiete:</u> Phasendiagramm, Kalorimetrie, Reibung, Mischungen, Oberflächenspannung, Diffusion, Leitfähigkeit, Ionenbeweglichkeit, Kinetische Funktionen, Wellen, Strukturbestimmung, Spektroskopie, Elektromotorische Kraft, Elektrolyte, Fehleranalyse <u>Präsentationstechniken:</u> Optimale Gestaltung einer Präsentation
Lehrformen a) Praktikum b) Praktikum und Seminar
Prüfungsformen a) Sicherheits- und Eingangskolloquien vor den Versuchen, Überprüfung der Ergebnisse der Analysen sowie Versuchsprotokolle. b) Antestate vor den Versuchen, Überprüfung der Versuchsprotokolle anhand von detaillierten Vorgaben.
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten a) Erfolgreiche Durchführung und Dokumentierung der Analysen, Anfertigung von schriftlichen Analysenprotokollen und die Durchführung einer Projektarbeit. b) Erfolgreiche Durchführung der Experimente mit Antestat, Anfertigung von detaillierten Protokollen.
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) BSc. Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote nach CP gewichtet
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende a) A. Rosenhahn, W. Schuhmann, S. Seisel, K. Tschulik b) S. Henkel, M. Havenith
Sonstige Informationen

Physikalische Chemie II					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 4. Semester	Turnus SS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Physikalische Chemie II			Kontaktzeit 3 SWS, 45h	Selbststudium 105 h	Gruppengröße 120 Studierende Übungsgruppe n 30
Teilnahmevoraussetzungen: keine; empfohlen werden: Physikalische Chemie I, Theorie der chemischen Bindung					
Lernziele Absolventen dieses Moduls lernen a) quantenmechanische Grundlagen mit Spektroskopie zu verknüpfen und Spektroskopie von Materie grundlegend zu verstehen. b) eine statistische Perspektive bei der Beschreibung von Materialeigenschaften einzunehmen und exemplarisch auf Gase, Festkörper etc. anzuwenden Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls - Verstehen die Studierenden grundlegende Aspekte der Spektroskopie von Materie und können Lösungsmöglichkeiten für neue Fragestellungen erarbeiten - Können die Studierenden von der mikroskopischen Ebene ausgehend statistische makroskopische (thermodynamische) Größen berechnen und auf typische Fragestellungen aus der Chemie anwenden					
Inhalt 1. Struktur der Materie und Spektroskopie - Verknüpfung des Formalismus der Quantenmechanik mit wichtigen Spektroskopie-Arten: Rotationsspektroskopie, Schwingungsspektroskopie, Raman-Spektroskopie, Fluoreszenzspektroskopie - Exemplarische Anwendungen der spektroskopischen Methoden. 2. Statistische Thermodynamik - Grundlagen: Verteilungen, Mikro- und Makrozustände, Boltzmann-Statistik, Zustandssumme, Ensemble - Verknüpfung mit thermodynamischen Funktionen, Zustandssummen in der Quantenmechanik - Anwendungen auf Gase, Festkörper, chemische Reaktionen					
Lehrformen Vorlesung (2 SWS, 30 h), Übung (1 SWS, 15 h)					
Prüfungsformen Klausur					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Klausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B.Sc. Chemie					
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Dozenten der physikalischen Chemie					
Sonstige Informationen					

Theorie der Chemischen Bindung					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 3. Sem.	Turnus Jedes WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			Kontaktzeit a) 2 SWS / 30 h b) 1 SWS / 15 h	Selbststudium 105 h	Gruppengröße Ca.200 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen:					
Lernziele (learning outcomes) <u>Zielsetzung:</u> Die Teilnehmer sollen Grundkenntnisse in der quantenchemischen Beschreibung der chemischen Bindung, der MO-Theorie und der klassischen Molekuldynamik erlangen. <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die Natur der chemischen Bindung grundlegend zu verstehen und selbstständig auf (einfache) Moleküle mit unterschiedlichen Elektronenkonfigurationen anzuwenden. Die vermittelten Grundideen der Molekuldynamik erlauben es, Möglichkeiten und Beschränkungen dieser Methode grob zu beurteilen. Damit erwerben sie die nötigen theoretischen Grundkompetenzen für weiterführende Lehrveranstaltungen.					
Inhalt 1. Quantenmechanische Grundlagen (Welle-Teilchen-Dualismus, Wellenfunktionen, Operatoren, Unschärferelation, Schrödingergleichung, Erwartungswerte, Eigenwerte) 2. Quantenmechanische Behandlung von Einteilchensystemen (Teilchen im Kasten, Tunneleffekt, harmonischer Oszillator, H-Atom, Atomorbitale, Knotenregel, Quantenzahlen) 3. Allgemeine Konzepte bei der Beschreibung der Eigenschaften mehratomiger Moleküle (Born-Oppenheimer-Näherung, Potentialflächen, topologische Charakterisierung (Gleichgewichtsstrukturen, Übergangszustände, Intermediate, Isomere), Schwingungsspektren (harmonische Analyse, Normalmoden), Kraftfeldapproximation) 4. Grundkonzepte der Molekuldynamik mit Kraftfeldern (Newtonsche Mechanik, Integratoren, Randbedingungen, Valenzkraftfelder, Berechnung klassischer Observable) 5. Molekülorbitale zweiatomiger Moleküle (LCAO-Ansatz für H_2^+ und H_2 , Molekülorbitale für homo- und heteronukleare zweiatomige Moleküle, MO-Diagramme, kanonische und lokalisierte MOs, Hückel-Theorie) 6. Mehrelektronensysteme (Pauli-Prinzip, Spin, Aufbauprinzip, Elektronenkonfiguration, Notation, Grundideen von Hartree-Fock Theorie und Kohn-Sham Dichtefunktionaltheorie) 7. Chemische Bindung in kleinen mehratomigen Molekülen (Hybridisierung, Lokalisierung von Bindungen, Lewis Strukturen, Mehrzentrenbindungen)					
Lehrformen c) Vorlesung (2 SWS) d) Übungen analytisch („Papier und Bleistift“) mit Präsentation der Ergebnisse und deren Diskussionen in Kleingruppen bzw. digital („hands-on“) im Computerlabor (1 SWS bzw. Blockkurs)					
Prüfungsformen Klausur					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestandene Modulklausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Modul kann CP-relevant in den Studiengang B.Sc. Biochemie integriert werden (als Zusatzfach „Chemie“)					
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende D. Marx, C. Hättig					
Sonstige Informationen Modul kann CP-relevant in den Studiengang B.Sc. Biochemie integriert werden (als Zusatzfach „Chemie“)					

Methoden der Strukturaufklärung					
Modul-Nr. X	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus nur WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Methoden der Strukturaufklärung			Kontaktzeit a) 2 SWS b) 2 SWS	Selbststudium 108 h	Gruppengröße Alle im Fachsemester eingeschriebenen Studierenden, ca. 100
Teilnahmevoraussetzungen Vorkenntnisse in Allgemeiner Chemie					
Lernziele (learning outcomes) <u>Zielsetzung:</u> Die Teilnehmer sollen am Ende des Kurses in der Lage sein, selbständig die Struktur unbekannter chemischer Verbindungen anhand Ihrer UV-, IR-, MS- und NMR-Spektren zu bestimmen. Weiterhin sollen theoretische Grundlagen <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die in der eigenständigen Laborarbeit hergestellten Substanzen zu charakterisieren und Strukturen zu verifizieren.					
Inhalte: UV/VIS-Spektroskopie: Messtechnik, Elektronenanregung und Molekülstruktur, Extinktion, Chromophore, p-p* und n-p*-Übergänge, UV/VIS-Spektren organischer Substanzklassen. IR-Spektroskopie: Messtechnik (Probenformen, Ablauf der Messung), wichtige theoretische Grundlagen (Oszillatoren, Obertöne, Fermi-Resonanz, Auswahlregeln, etc.), Identifizierung funktioneller Gruppen in komplexen Verbindungen anhand von Gruppenfrequenzen, Isotopeneffekte, Einfluß von Medium und Aggregation auf IR-Spektren; Grundlagen der Raman-Spektroskopie Massenspektrometrie: Aufbau von Massenspektrometern, Ionisations- (EI, FAB, ESI, MALDI) und Detektionstechniken, Charakteristische Zerfallsmuster organischer Verbindungen. NMR-Spektroskopie: Physikalische und messtechnische Grundlagen: Makroskopische Magnetisierung, Vektormodell, Relaxation, Probenbereitung, einfache Pulsprogramme, Fouriertransformation zu 1D- und 2D-NMR-Spektren, Breitbandige und selektive Anregung bzw. Entkopplung; 2D-Spektren - COSY, HMQC. Spektrale Parameter und molekulare Struktur: Chemische Verschiebungen in ¹ H- und ¹³ C-NMR Spektren - elektronische Umgebung, Anisotropie, Ringstrom, Lösungsmiteleinfluß und intermolekulare Aggregation, Voraussagen von chemischen Verschiebungen durch Inkrementsysteme und empirische Programme; Strukturabhängigkeit skalarer Kopplungen (Karplus-Gleichung), dipolare Kopplung und Populationstransfer, NMR-Spektren von Heterokernen - ¹⁹ F, ³¹ P; Homonukleare und heteronukleare Spinsysteme Kombination von spektroskopischen Techniken und chemischem Wissen zur Strukturaufklärung unbekannter Stoffe: Welche Technik für welche Fragestellung? Welche spektrale Information ist hinreichend für die Identifizierung einer Struktureigenschaft - welche Daten sind nur Hinweise? Problemlösungen in den Übungen.					
Lehrformen Vorlesung; b) Übung					
Prüfungsformen Klausur (120min.) am Semesterende					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestandene Modulklausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich.					
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende C. Merten					
Sonstige Informationen					

Nachhaltige Chemie I					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 2. Sem.	Turnus nur SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a. Nachhaltige Chemie I (V) b. Nachhaltige Chemie I (P)			Kontaktzeit c) 2 SWS d) 4 SWS	Selbststudium e) 30 h f) 30 h	Gruppengröße Vollständiges Fachsemester, ≈80 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen: Keine					
Lernziele (learning outcomes) <u>Zielsetzung:</u> Gegenstand des Moduls ist die Vermittlung grundlegender Konzepte der nachhaltigen Chemie. Die Studierenden können IV) die 12 „principles of green chemistry“ anwenden und anhand von Modelversuchen erklären V) die grundlegende Theorie der verschiedenen Konzepte der nachhaltigen Chemie anwenden VI) das Potenzial verschiedener Katalyseverfahren bewerten VII) die Vor- und Nachteile verschiedener Reaktionswege abwägen <u>Kompetenzen:</u> Nach Ende dieses Moduls können die Studierenden: IV) „Nachhaltige“ Prozesse zur Anwendung in der (chemischen) Industrie/Wertstoffkette beschreiben, Entwicklungstendenzen erkennen und einfache Probleme formalisieren bzw. quantitativ erfassen V) Konzepte der nachhaltigen Chemie im Kontext der Stoff- und Energieverbünde der Chemiewirtschaft bewerten VI) Im Team Herausforderungen der Chemie und einzelner Technologien experimentell untersuchen und die Erkenntnisse in Form eines Berichts präsentieren					
Inhalt <u>Vorlesung und Praktikum (a) und b)</u> Quantifizieren: Energie, CO ₂ , Ressourcen, Abfall in chemischen Reaktionen Nachhaltigkeit: Kontextualisieren, Sektorenkopplung, Ganzheitlichkeit, Korrosionsschutz Kreisläufe und Flüsse: Abtrennbarkeit, Wiederverwendbarkeit, Abfall, Ressourcengewinnung, Masseflüsse, Energieflüsse Downstream-Bewertung: Lösungsmittelaufbereitung, Energiekosten, Vergleich Verbrennung Katalyse: Grundlagen der Katalyse, homogene + heterogene Katalyse, Enzyme, Wiederverwendung, Katalyse und Nachhaltigkeit Elektrolyse: Potential und Ströme, Zellaufbau, Elektroden, Membranen, Störfaktoren, Korrosion Photochemie: Grundlagen, Aufbau, Photokatalyse Mechanochemie: Grundlagen, Mühlen					
Lehrformen a) und b) Praktikumsversuche und Vorlesung im Wechsel, Sprache: Deutsch					
Prüfungsformen b) Klausur 90 min am Semesterende c) Teilnahme an den Praktikumsversuchen, Bestehen der Antestate und Abgabe der Protokolle zu den Versuchsdurchführungen.					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Klausur, erfolgreiche Teilnahme am Praktikum					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Chemie, Biochemie, 2-Fach Bachelorstudiengänge mit Chemie als einem Fach					
Stellenwert der Note für die Endnote nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Bastian Mei, Prof. Dr. Lars Borchardt, Prof. Dr. Kristina Tschulik, Prof. Dr. Ulf Apfel					
Sonstige Informationen					

Nachhaltige Chemie II					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 4. Sem.	Turnus nur SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung „Nachhaltige Chemie II“ b) Übungen zur Vorlesung „Nachhaltige Chemie II“			Kontaktzeit a) 2 SWS b) 1 SWS	Selbststudium a) 30 h b) 75 h	Gruppengröße x Studierende
Teilnahmevoraussetzungen:					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls I) Studierende verstehen die grundlegenden Prinzipien und Methoden der Versuchsplanung in der Chemie. Sie sind in der Lage, wissenschaftliche Fragestellungen in experimentelle Designs zu überführen, relevante Variablen zu identifizieren und Experimente zu planen. II) Studierende können experimentelle Daten statistisch auszuwerten, Fehlerquellen erkennen und die Aussagekraft ihrer Ergebnisse kritisch zu beurteilen. III) Studierenden erwerben grundlegende Kenntnisse im Bereich des maschinellen Lernens. Sie verstehen die wichtigsten Methoden und können diese auf chemische Fragestellungen anwenden. IV) Die Studierenden sind in der Lage, maschinelles Lernen zur Analyse und Vorhersage katalytischer Aktivitäten und zur Optimierung einzusetzen. Sie können geeignete ML-Modelle auswählen, trainieren, validieren und deren Ergebnisse interpretieren.					
Inhalt • Grundlagen der Versuchsplanung: Zielsetzung und Hypothesenformulierung; Faktoren, Effekte und Wechselwirkungen, Auswahl und Kontrolle von Variablen, Versuchspläne: Einfaktorielle, voll- und teilfaktoriell, randomisiert. • Datenbeschaffung, -Qualität (Accuracy vs precision; exakte Werte), digitale Datenquellen, Fehlerbetrachtung: Fehlerquellen und Reproduzierbarkeit; Umgang mit Bias und Unsicherheiten; Methoden der Datenbeschaffung: Automation, Miniaturisierung, Hochdurchsatz • Einführung in maschinelles Lernen: regression, classification, clustering; Molekulare Deskriptoren und Fingerprints, Cheminformatics (Smiles, InChi, Graphen); Validierung, Metriken zur Bewertung, Python-Workflows • Anwendung von ML in der (Bio)Katalyse: Vorhersage katalytischer Aktivität und Selektivität; Optimierung von Reaktionsbedingungen und Katalysatoren, KI-unterstützte Synthesepaltung, Enzymdesign, Ökoeffizienz-Analyse					
Lehrformen a) Vorlesung und b) Übung					
Prüfungsformen Klausur 90 min am Semesterende					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)					
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Viktoria Däschlein-Gessner, Prof. Frank Schulz					
Sonstige Informationen					

Wahlpflichtbasisvorlesung

Einführung in die Biochemie					
Modul-Nr. 15	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 4. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Einführung in die Biochemie (184200)			Kontaktzeit 42 h	Selbststudium 108 h	Gruppengröße ca. 200 Stud.
Teilnahmevoraussetzungen: keine					
Lernziele Die Vorlesung vermittelt Grundkenntnisse über den molekularen Aufbau lebender Systeme. Es wird ein grundlegendes Verständnis für wichtige Grundbausteine, für die Biochemie wichtige Reaktionen und den Aufbau unterschiedlicher Zellkompartimente entwickelt. Darüber hinaus werden grundlegende Vorstellungen der Funktion von Membran-, Transport- und Motorproteinen, Signalübertragungsketten sowie der hormonellen Koordination größerer Organsysteme erarbeitet. Nach Abschluss der Vorlesung können die Teilnehmer grundlegende biochemische Fragestellungen verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten erarbeiten.					
Inhalt Die Vorlesung beschäftigt sich mit den folgenden Themen: • Elemente des Lebens, Wasser als Lösungsmittel und die Regulation des pH-Wertes in Biosystemen • Kohlenstoffverbindungen, funktionelle Gruppen in Biomolekülen und energiereiche Bindungen • Aminosäuren, Peptidbindung und allgemeine Proteinstruktur • Struktur und Funktion von Nukleotiden • Zucker: Energiespeicher und Marker für Proteine • Grundlagen des Stoffwechsels, • Lipidzusammensetzung der Zellmembran, Membranproteine und Verankerung von Proteinen • Transport über Membranen I: Transportproteine und Ionenpumpen • Transport über Membranen II: Struktur und Funktion von K⁺-Kanälen und potenzialaktivierten Ionenkanälen • Zellkompartimente und ihre Funktion • Zytoskelett, Motorproteine und Zellbewegung • Prinzipien der Signaltransduktion am Beispiel der 7-Transmembranrezeptoren • Koordination der Funktion verschiedener Organe durch Hormone					
Lehrformen Vorlesung					
Prüfungsformen Klausur					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Klausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)					
Stellenwert der Note für die Endnote: nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende R. Stoll					
Sonstige Informationen					

Grundlagen der Technischen Chemie					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 120 h	Semester 4. Sem.	Turnus nur SoS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Grundlagen der Technischen Chemie (V) b) Übung			Kontaktzeit a) 2 SWS / 30 h b) 1 SWS / 15 h	Selbststudium 105 h	Gruppengröße Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende
Teilnahmevoraussetzungen: Grundkenntnisse in Allgemeiner, Anorganischer, Organischer und Physikalischer Chemie					
Lernziele (learning outcomes) <u>Zielsetzung:</u> Nach Abschluss dieses Moduls sollen die Studierenden ein grundlegendes Verständnis der wichtigsten Problemstellungen der Technischen Chemie haben, die wichtigsten Stoff- und Energieverbünde der Chemiewirtschaft kennen und einfache Aufgaben zur Bilanzierung von chemischen Verfahren, zur Umsatzberechnung bei idealen Reaktoren, zur Beschreibung von Wärme- und Stoffübergang sowie zur Wirtschaftlichkeitsbeurteilung lösen können. <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende Fragestellungen der industriellen Praxis der Chemie zu verstehen, Entwicklungstendenzen zu erkennen und einfache Probleme zu formalisieren bzw. quantitativ zu erfassen.					
Inhalt 1. Verfahren und Stoffverbund: Beziehungen zwischen Einzelverfahren und Stoffverbund, Rohstoffe/typische Produkte der chemischen Industrie und ihre Eigenschaften/Qualitätsmerkmale, Zwischenproduktebenen zwischen Rohstoff und Produkt 2. Allgemeine chemische Technologie: ökonomische Aspekte, Energie- und Rohstoffsituation, Sicherheits- und Umweltaspekte (Strategien im Umgang mit Abprodukten, mit toxischen, brennbaren, explosiven Stoffen), Wassermanagement 3. Reaktoren: kontinuierliche, diskontinuierliche Reaktionsführung, Reaktorgestaltung in Abhängigkeit vom Phasenbestand, von der Wärmetönung, von der Desaktivierungsgeschwindigkeit des Katalysators; ideale Reaktoren: Bilanzierung, Verweilzeitfunktion, Umsatzberechnung 4. Thermische Trennverfahren: Rektifikation, Absorption, Extraktion, Adsorption, Kristallisation – zugrunde liegende Gleichgewichte und apparative Realisierung 5. Mechanische Aufschluss- und Trennverfahren (Brechen, Mahlen, Sedimentieren, Zentrifugieren, Zyklon, Filter, Flotation), elektrostatische und magnetische Verfahren (Elektrofilter, elektrostatisches, magnetisches) Scheiden 6. Energiemanagement: Grundlagen der Wärmeübertragung (Triebkräfte, Mechanismen), Wärmetauscher, Verdampfer, Öfen, Kälteerzeugung 7. Stoffaustausch: Triebkraft, Mechanismen; Stoffaustausch über Phasengrenzflächen, Rolle der Austauschfläche und der Turbulenz, Stoffaustausch in Trenn- und Reaktionsapparaten 8. Grundformen der Förderaggregate/Kompressoren 9. Technische Katalyse: Grundbegriffe, Grundformen; Elementarschritte der heterogenen Katalyse, Kopplung Reaktion-Stofftransport (qualitativ), Einsatzbereiche der heterogenen, homogenen, Biokatalyse 10. Wichtige Prozessstränge der chemischen Industrie: 1. Synthesegaserzeugung (Basis Erdgas), -aufbereitung, -verwendung, Technologie exothermer Gleichgewichtsreaktionen am Beispiel Ammoniaksynthese; 2. vom Erdöl zum Kraftstoff: Übersicht über Raffinerieprozesse;					

3. vom Erdöl zum Kunststoff: Monomerproduktion (Steam Cracker, Aufbau von Monomerstrukturen), Polymer-aufbaureaktionen, Polymerisationsverfahren, Massenpolymere; 4. Schwefelsäure und Kreislaufwirtschaft; 5. Funktionalisierung von Kohlenwasserstoffen (über Sauerstoff, über Chlor, über Stickstoff); 6. technische Elektrochemie.
Lehrformen a) Vorlesung; b) Übung
Prüfungsformen Klausur
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Klausur
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Bachelor-Studiengang Chemie; 2-Fach Studiengang Bachelor of Arts; Master of Education
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende B. Mei, M. Muhler
Sonstige Informationen Vorlesungsmaterialien werden über moodle-Kurse publiziert

Nachhaltige Chemie III					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus nur WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Nachhaltige Chemie III (V)			Kontaktzeit 4 SWS	Selbststudium 90 h	Gruppengröße Vollständiges Fachsemester, ca.80 Stud.
Teilnahmevoraussetzungen: Keine					
Lernziele (learning outcomes) <u>Zielsetzung:</u> Gegenstand des Moduls ist die Vermittlung grundlegender Kenntnisse: VIII) Techno-Ökonomische Analyse IX) Life-Cycle-Assessment X) Kreislaufwirtschaft XI) Alternativer Syntheserouten <u>Kompetenzen:</u> Nach Ende dieses Moduls sind Studierenden in der Lage: VII) Größenordnungen chemischer Verfahren und damit die Auswirkung von Energie- und Stoffströmen einzuschätzen VIII) Down- und Upstream-Prozesse, sowie Sektorverknüpfungen zu bewerten IX) Prozesse eigenständig zu analysieren und aufgrund vorhandener Daten deren Nachhaltigkeit einzuschätzen und kritische Faktoren in Prozessen zu benennen X) Erarbeitetes Wissen in einer Präsentation vorzustellen					
Inhalt 1. Teil: Vorlesung Techno-Ökonomische Analyse: Kostenanalyse, Wirtschaftlichkeitsbewertung, Marktanalyse, Technologische Bewertung; Life-Cycle-Assessment: Ziel- und Untersuchungsrahmen, Sachbilanz, Wirkungsabschätzung, Auswertung und Interpretation; Kreislaufwirtschaft: Design für Wiederverwendung und Recycling, Ressourcenschonung und Effizienz, Geschäftsmodelle für Kreislaufwirtschaft, Regulatorische und politische Rahmenbedingungen; Alternativer Syntheserouten: Flowchemie, Photochemie, Mechanochemie; Stoffe: Wasserstoff, Kohlenstoffdioxid, Biomasse, Polymere; 2. Teil: Projektarbeit Die Themen für die Projektarbeiten sind variable und orientieren sich an aktuellen, etablierten und vielversprechenden Verfahren. Hierbei werden von den Studierenden verschiedene Prozesse der chemischen Industrie analysiert, wobei die grundlegenden Aspekte der Vorlesung (Energie-, Ressourcenkosten, partial LCA, partial TÖA, Sektorenkopplung, soziökonomische Einbindung) angewandt werden.					
Lehrformen b) Vorlesungen, Lehrvideos, Vorträge Sprache: Deutsch					
Prüfungsformen d) Abgabe eines Projektberichts (70%) e) Präsentation des Projekts (30%)					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Abgabe des Projektberichts und erfolgreiche Präsentation vor Kommilitonen					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Chemie, Biochemie, 2-Fach Bachelorstudiengänge mit Chemie als einem Fach					
Stellenwert der Note für die Endnote nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende N.N					
Sonstige Informationen					

Wahlpflichtvorlesungen I-IV

Analytische Chemie II					
Modul-Nr./- Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung Analytische Chemie II b) Übung zur Vorlesung Analytische Chemie II			Kontaktzeit a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	Selbststudium 108 h	Gruppengröße 50 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen Keine					
Lernziele (learning outcomes) <u>Zielsetzung:</u> Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls besitzen Studierende ein fortgeschrittenes Verständnis über die Theorie, Gerätebau und praktische Anwendung moderner instrumenteller Analysemethoden zur Charakterisierung und Quantifizierung von Substanzen in komplexen Proben bspw. aus den Bereichen Prozess- und Lebensmittelanalytik, Umweltmonitoring oder biomedizinischer Diagnostik. <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden können für analytische Fragestellungen in verschiedenen Medien geeignete instrumentelle Methoden und ggf. Trennverfahren auswählen, verstehen und anwenden.					
Inhalt – Oberflächenempfindliche Messverfahren – Schichtdickenmessung mittels reflektometrischer Verfahren – In-situ Oberflächenanalytik mittels Plasmonenresonanz und Quarzmikrowaagen – Abgeschwächte Totalreflexionsmethoden – Elektroanalytik und Elektrokatalyse – Bioanalytik: Immunoassays, Enzymatische Analytik – Sensorik: Ionenselektive Elektroden, Chemische Sensoren, Biosensoren					
Lehrformen a) Vorlesung, e-learning Module im Moodle; b) Übung					
Prüfungsformen schriftliche Modulabschlussprüfung von 120 min					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Klausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) BSc. Chemie; BSc. Biochemie; MEd Chemie					
Stellenwert der Note für die Endnote nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende A. Rosenhahn, W. Schuhmann, K. Tschulik					
Sonstige Informationen					

Anorganische Chemie III					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 6. Sem.	Turnus nur SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Anorganische Chemie III (V) b) Übung zur Vorlesung (Ü)			Kontaktzeit a) 2 SWS b) 1 SWS	Selbststudium c) 60 h d) 45 h	Gruppengröße ca. 30 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen: Keine					
Lernziele (learning outcomes) <u>Zielsetzung:</u> Gegenstand des Moduls ist die Vermittlung grundlegende Kenntnisse: I) anorganischen Festkörper-, und Materialchemie sowie deren Anwendungen. II) Grundlagen der Kristallografie III) Verfahren zur Synthese anorganischer Festkörper IV) Moderne nachhaltige Verfahren und Materialien <u>Kompetenzen:</u> Nach Ende dieses Moduls können die Studierenden: I) Methoden der Synthese anorganischer Festkörper und Materialien diskutieren und daraus Synthesestrategien ableiten. II) die wesentlichen Typen von Kristallstrukturen beschreiben und mit den stofflichen Eigenschaften sowie mit der vorliegenden chemischen Bindung verknüpfen. III) die wichtigsten anorganischen Materialklassen anhand ihrer Eigenschaftsprofile diskutieren und sind in der Lage, die physikalischen Grundlagen der Methoden zur Charakterisierung anorganischer Verbindungen und Materialien zu erläutern und deren Messergebnisse auszuwerten. IV) industrielle Materialverarbeitungsmethoden und -prozesse sowie ausgewählte Anwendungen anorganischer Materialien beschreiben.					
Inhalt Das Modul umfasst die stofflichen, methodischen und konzeptionellen Grundlagen der modernen anorganischen Festkörper-, und Materialchemie sowie deren Anwendungen. Festkörperchemie: Raumgruppen, Kristallografie, Materialklassen (z.B. Spinell, Perowskit, Zeolithe) Supraleiter Metalle: Herstellung und Aufreinigung (z.B. van-Arkel-de-Boer, Mond-, Kroll-Verfahren), CVD, PVD Techniken, Legierungen Halbmetalle: Bändermodelle, Silizium, Solar, Halbleiter Anorganische Materialien im Kontext der Nachhaltigkeit: industrielle Materialverarbeitungs-verfahren, Photovoltaik, Energiespeicherung und -konversion					
Lehrformen a) Vorlesung, Lehrvideos (Selbststudium) b) Präsenzübungen Sprache: Deutsch					
Prüfungsformen a) Klausur 90 min am Semesterende					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Klausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Chemie, Biochemie					
Stellenwert der Note für die Endnote nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Dr. Bert Mallick, Dr. Sven Grätz und Dozenten der Anorganischen Chemie					
Sonstige Informationen					

Organische Chemie III					
Modul-Nr. 20	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus Nur WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			Kontaktzeit a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	Selbststudium 105 h	Gruppengröße Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200
Teilnahmevoraussetzungen: Vorkenntnisse in Organischer Chemie					
Lernziele (learning outcomes) <u>Zielsetzung:</u> Dieses Modul soll den Studierenden moderne Methoden der Organischen Synthese vermitteln. Absolventen haben ein vertieftes Verständnis auf dem Gebiet der Carbokationen-, Radikal- und Carbenchemie sowie auf den Gebieten Carbanionen, Stereochemische Konzepte und Enolate <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Literatur zu den Themen Carbokationen, Radikale und Carbene, Carbanionen, Stereochemische Konzepte und Enolate fachlich einzuordnen.					
Inhalt 1. Carbokationen (Thermochemie, Umlagerungsreaktionen, Nucleophile Substitution) 2. Radikale und Radikalreaktionen (Darstellung von Radikalen, ESR-Spektroskopie, Thermochemie, Radikalreaktionen) 3. Diradikale und Carbene (Erzeugung von Carbenen, Carbenreaktionen) 4. Chemie der Carbanionen (Struktur und Reaktivität von Carbanionen, Basizität, Nukleophilie) 5. Stereochemische Konzepte (Prochiralität, Stereo- und Regioselektivität, Diastereo- und Enantioselektivität, thermodynamische und kinetische Kontrolle) 6. Enolate (Aldolreaktion, Allylierungen, C-C Verknüpfungen über Ylide, enantioselektive Katalyse).					
Lehrformen Vorlesung, Übungen					
Prüfungsformen 120-minütige Klausur					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Klausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) BSc. Biochemie, BSc. Chemie					
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende S. Huber, L. Gooßen					
Sonstige Informationen Vorbereitungsmaterialien zum Selbststudium und Übungsaufgaben befinden sich auf dem Blackboard					

Biochemie I					
Modul-Nr. 27	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Biochemie I (184320, 184321)			Kontaktzeit 42 h	Selbststudium 108 h	Gruppengröße ca. 10 Teilnehmer
Teilnahmevoraussetzungen: keine, Vorkenntnisse aus der Einführung in die Biochemie sind aber dringend empfohlen					
Lernziele Die Vorlesung vermittelt Kenntnisse über die molekularen und zellulären Funktionen von Proteinen, Lipiden und dem Stoffwechsel sowie über deren zelluläre Kompartimentierung und Regulation. Nach Abschluss der Vorlesung können die Teilnehmer die erlernten Kenntnisse auf die Regulation von Enzymen, Metabolismus, molekulare Motoren und auf Grundzüge der Signaltransduktion übertragen.					
Inhalt Die Vorlesung beschäftigt sich mit: • Aminosäuren und Peptiden: allgemeine Struktur, Zusammensetzung, Vorkommen, Eigenschaften, Peptidbindung, Hierarchien in der Proteinstruktur, Ramachandran Diagramm, Kollagen-Tripelhelix • Faltung von Proteinen: nicht-kovalente schwache Wechselwirkungen, Faltung des Trypsininhibitors, Chaperone: GroEL und GroES • Aminosäure- und Proteinanalytik: Immunoblotting, zweidimensionale Elektrophorese, Affinitätschromatographie, Ultrazentrifugation, Gelchromatographie, Salzfällung • Enzymkinetik: Michaelis-Menten, enzymatische Katalyse, Mechanismen • Enzyme als Biokatalysatoren bieten für eine nachhaltige Chemie • Biologische Membranen: Membranlipide, Membranproteine, Glykoproteine • Transport durch biologische Membranen: erleichterte Diffusion, primäre und sekundäre Membrantransportsysteme, Ionophoren (Gramicidin) • Lipoproteine: Transport von Triacylglyceriden, LDL: Modell, Rezeptor, Endocytose, Recycling • Fettsäurestoffwechsel: Fettsäuresynthetase-Zyklus, Vergleich: Abbau/Biosynthese, Regulation, Energiebilanz • Arachidonsäurestoffwechsel: Prostaglandine, Prostacycline, Thromboxane 11 • Energiestoffwechsel: Glykolyse, Glukoneogenese, Pyruvat-Decarboxylase • Krebszyklus (Tricarbonsäurezyklus): Regulation, mitochondrialer Membrantransport • Membrangebundene ATP-Synthese: Protonengradient, Bakteriorhodopsin, Elektronentransport, mitochondriale Elektronentransportkette, ATPase: Rotationsmechanismus 3 • Pentosephosphatweg: oxidativer und nicht oxidativer Zweig • Abbau von Aminosäuren: Transaminierung, Desaminierung, Harnstoffzyklus, Kopplung Harnstoffzyklus-Citratcyclus, Koordination des Stoffwechsels					
Lehrformen Vorlesung mit Übung und begleitendem e-Learning-Modul					
Prüfungsformen Klausur					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Klausur					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)					
Stellenwert der Note für die Endnote: nach CP gewichtet (5 CP)					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende T. Günther-Pomorski, S. Neumann, D. Wolters, D. Tapken, R. Stoll					
Sonstige Informationen					

Biochemisches Praktikum					
Modul-Nr. 27	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 6. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Biochemisches Praktikum (180620)			Kontaktzeit 56 h	Selbststudium 94 h	Gruppengröße ca. 10 Teilnehmer
Teilnahmevoraussetzungen: keine					
Lernziele Im Praktikum lernen die Teilnehmer grundlegende biochemische und molekularbiologische Techniken. Nach Abschluss des Praktikums können die Teilnehmer selbständig biochemische Versuche nach Versuchsskript durchführen und in zum Verständnis ausreichender Detailtiefe protokollieren und auswerten.					
Inhalt Vor dem Praktikum findet eine Sicherheitsunterweisung statt, in der Kenntnisse zur Arbeitssicherheit im biochemischen Labor, zum Umgang mit Gefahrstoffen und deren Entsorgung vermittelt werden. Dabei werden auch auf eine Minimierung der Umweltbelastung und Schonung der Ressourcen hingewiesen. Im Praktikum werden sieben Versuche durchgeführt: ii) BA-1: Isolierung von α-Lactalbumin aus Rohmilch iii) Fraktionierte Fällung von Milchproteinen iv) Weitere Aufreinigung des α-Lactalbumins durch Gelfiltrationschromatographie v) BA-2: Untersuchung von α-Lactalbumin vi) Bestimmung der Proteinmenge in den Fraktionen der Gelfiltration aus BA-1 vii) Analyse der Fällungsschritte und der Fraktionen der Gelfiltration aus BA-1 durch SDS-Polyacrylamid-Gelelektrophorese viii) BA-3: Isolierung von Phospholipasen aus Pflanzen und deren Analyse mittels fluoreszierender Lipide ix) Isolierung von Phospholipasen aus Weizenkeimlingen x) Verdau von Lipiden mit Phospholipasen xi) Dünnschichtchromatographische Auftrennung der verdauten Lipide xii) BA-5: Charakterisierung von Urease xiii) Bestimmung der Ureasekonzentration xiv) Messung der Enzymaktivität der Urease mit einem gekoppelten optischen Test xv) MA-2: Isolierung von Glykogen aus Leber xvi) Trennung von Cytoplasma und Kernen aus eukaryotischen Zellen xvii) Isolierung und Aufreinigung von cytoplasmatischer und nukleärer RNA - xviii) Analyse der isolierten RNA durch Gelelektrophorese und RT-PCR xix) MA-3: Isolierung und PCR-RFLP-Analyse von DNA zum Tierartennachweis in Lebensmitteln xx) Isolierung und Aufreinigung von DNA aus Lebensmittelproben xxi) Analyse der isolierten DNA durch PCR mit anschließender Restriktionsanalyse und Gelelektrophorese xxii) MA-5: ATP-Bestimmung mittels Luciferase-Assay - xxiii) Herstellung eines Lysats aus HEK-Zellen xxiv) Analyse der Kinetik des ATP-Abbaus mittels Luciferase-Assay					
Lehrformen Praktikum					
Prüfungsformen Antestat, Versuchsdurchführung, Versuchsprotokoll					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen des Antestats, der Versuchsdurchführung und des Versuchsprotokolls für alle sieben Versuche					

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
Stellenwert der Note für die Endnote: unbenotet (5 CP)
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende T. Günther-Pomorski, S. Neumann, D. Wolters, D. Tapken, R. Stoll
Sonstige Informationen

Physikalische Chemie III					
Modul-Nr./- Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. oder 6. Semester	Turnus WS oder SS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltung Physikalische Chemie III			Kontaktzeit 3 SWS, 45 h	Selbststudium 105 h	Gruppengröße 80 Studierende Übungsgruppe n: 30
Teilnahmevoraussetzungen: Physikalische Chemie I und Physikalische Chemie II					
Lernziele Durch dieses Moduls erlernen die Studierenden die Grundlagen moderner linearer spektroskopischer und mikroskopischer Methoden zur Untersuchung molekularer Strukturen in unterschiedlichen Umgebungen, wie sie im Bereich der nachhaltigen Chemie angewendet werden. Insbesondere erlernen sie, die Anwendung laserbasierter spektroskopischer Methoden, die den Wellenlängenbereich von THz bis VUV umfassen und mikroskopischer Methoden jenseits des Abbé-Limits.					
Inhalt Elektromagnetische Strahlung, molekulare Strukturen, Licht-Materie -Wechselwirkung Grundlegende Prinzipien der Laserstrahlung Optische und spektroskopische Elemente Linienverbreiterung, spektroskopische Bandbreite, Fourier-Transformation Molekulare Symmetrie, Punktgruppen, molekulare Symmetriegruppen ausgewählte mikroskopische Techniken zur Abbildung einzelner Moleküle ausgewählte spektroskopische Techniken zur Identifikation von Molekülen					
Lehrformen Vorlesung (2 SWS, 30 h), Übung (1 SWS, 15 h)					
Prüfungsformen Klausur					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen einer Klausur oder mündlichen Prüfung.					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B.Sc. Chemie, B.Sc. Biochemie					
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet.					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Dozenten der physikalischen Chemie.					
Sonstige Informationen					

Technische Chemie I: Chemische Verfahrenstechnik Fortgeschrittene Theorie und Praxis des Wahlfaches					
Modul-Nr./- Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus nur WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Technische Chemie I: Chemische Verfahrenstechnik (V)			Kontaktzeit a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	Selbststudium 108 h	Gruppengröße Studierende, die das Wahlfach Technische Chemie belegen
Teilnahmevoraussetzungen: Grundkenntnisse in Allgemeiner, Anorganischer, Organischer und Physikalischer Chemie					
Lernziele (learning outcomes) Zielsetzung: Nach Ende dieses Moduls sollen die Studierenden die Grundlagen der Reaktorauswahl und -auslegung, der Gestaltung und Auslegung von Wärme- und Stoffaustauschapparaten, der Berechnung von Druckverlusten sowie der Auslegung von Rektifikations- und Absorptionskolonnen beherrschen und einfache Probleme in diesen Bereichen selbständig lösen können. Sie sollen die Grundlagen und apparative Ausgestaltung von Adsorptions- und Extraktionsanlagen sowie von Misch- und Filtrationsaggregaten kennen. Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende technisch-chemische Fragestellungen zu verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.					
Inhalt Umsatzberechnung in idealen Reaktoren: Stoffbilanzen, Ableitung des Umsatzes unter vereinfachenden Nebenbedingungen (Idealität, Isothermie, etc.), ideale isotherme Reaktoren, Verweilzeitfunktionen idealer Reaktoren Einführung in die Systematik der Grundoperationen: Begriffsbestimmung, kurzer Überblick Strömungslehre: Bernoulli-, Kontinuitätsgleichung; Grundsituationen des Impulstransports, vom Newtonschen Reibungsgesetz zur Druckverlustgleichung, Strömungsprofile der laminaren Strömung/Hagen-Poiseuille, Reynoldszahl, Ähnlichkeitstheorie und Kriteriengleichungen, Berechnung von Druckverlusten; Pumpen und Pumpenkennlinien Mechanische Grundoperationen: Rühren – Grundprozesse und Grundgleichungen, apparative Ausführung; statische Mischer; Filtrieren – Grundprozesse, Grundformen, Filtergleichung, apparative Ausführungen; Mahlen und Brechen; Klassieren Wärme- und Stofftransport: Grundsituationen des Wärme- und Stofftransports; Transportgleichungen für molekulare Mechanismen sowie allgemeine Beschreibung, molekulare und allgemeine Intensitätsparameter, Ähnlichkeitstheorie, dimensionslose Kennzahlen, Ermittlung der Transportparameter über Kriteriengleichungen; Beispiele: Berechnung von Druckverlusten (Rohrströmung, Schüttung), Berechnung von Wärmetauschern, Höhe von Transfereinheiten in Füllkörperkolonnen Thermische Trennverfahren: Rektifikation: Gleichgewichts- und Bilanzlinien im McCabe-Thiele-Diagramm, HTU-NTU-Konzept für Füllkörperkolonnen, Methoden der Vielstoffdestillation, Azeotrop- und Extraktivdestillation; Absorption: Gleichgewichts- und Bilanzlinien im McCabe-Thiele-Diagramm, praktische Aspekte von Absorptionsverfahren, Beispiele; Adsorption: Gleichgewichtsdarstellung, Adsorption als instationärer Prozess, Festbettadsorber, cyclische Adsorptionsbatterien, Druckwechseladsorption;					

Extraktion: Gleichgewichts- und Bilanzlinien im McCabe-Thiele-Diagramm (Nichtmischbarkeit von Lösungs- und Extraktionsmittel), Darstellung von Dreistoffsystemen im Dreiecksdiagramm, Polstrahlverfahren zur Bilanzierung von Extraktionsanlagen.
Lehrformen a) Vorlesung; b) Übung
Prüfungsformen Klausur
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Klausur
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Bachelor-Studiengänge der Chemie und Biochemie; Optionalbereich
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende M. Muhler, B. Mei
Sonstige Informationen Vorlesungsmaterialien werden über moodle-Kurse publiziert. Ein detailliertes Skript zur Vorlesung wird zur Verfügung gestellt.

Theoretische Chemie I					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus Jedes WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			Kontaktzeit a)2 SWS /28 h b)1 SWS /14 h	Selbststudium m 105 h	Gruppengröße Ca.20-30 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen:					
Lernziele (learning outcomes) Die Teilnehmer erwerben Kenntnisse über die wichtigsten Methoden der Theoretischen Chemie in den Bereichen Elektronenstruktur, Molekülstruktur und Molekulardynamik. <u>Kompetenzen:</u> Über das Erlernen der Grundlagen der verschiedenen Methoden der Theoretischen Chemie hinaus erwerben die Studierenden die Fähigkeit, die jeweiligen Limitierungen und praktischen Einsatzmöglichkeiten der Methoden zu bewerten. Damit vermittelt diese Vorlesung auch insbesondere die nötigen Grundlagen für das Theoretisch-Chemische Praktikum im Folgesemester.					
Inhalt 1. Born-Oppenheimer-Separation: Schrödingergleichungen für Elektronen- und Kernbewegung, BO-Potentialflächen, Gültigkeit, nichtadiabatische Korrekturen 2. Molekulardynamik: Newton/Lagrange/Hamilton Formulierung, Grundbegriffe der Statistischen Mechanik, Boltzmannverteilung, freie Energien, Parameterisierungen von Kraftfeldern, kondensierte Materie, Eigenschaften von Integratoren, Trajektorien, Auswertung, statische Messgrößen, radiale Verteilungsfunktionen, Zeitkorrelationsfunktionen 3. Vertiefung Theoretischer Grundlagen: kanonische Quantisierung, Darstellungen, Hilbertraum, Ununterscheidbarkeit und Symmetrisierungspostulat, Drehimpulsformalismus und Spin, 4. Rechenmethoden: Variationsprinzip und Variationsverfahren (Grundzustand); Störungstheorie (nichtentartet, zeitunabhängig) 5. Hartree-Fock-Theorie und Elektronenkorrelation: LCAO Ansatz, Roothaan-Hall Gleichungen, (Standard-) Basissätze, Koopmans' Näherung, dynamische und nichtdynamische Elektronenkorrelation, Fermi-Korrelation, kurz- und langreichweitige					

Coulombkorrelation, Elektronencusp, Grundideen von Mehrdeterminantenansätzen (MCSCF, CI), Coupled Cluster (CC) Verfahren, Vielteilchenstörungstheorie (MP) 6. Dichtefunktionaltheorie: Hohenberg-Kohn-Theoreme, Kohn-Sham-Verfahren, lokale Dichtenäherung und Gradientenkorrekturen, Hybridfunktionale.
Lehrformen a) Vorlesung (2 SWS) b) Uebungen analytisch („Papier und Bleistift“) mit Praesentation der Ergebnisse und deren Diskussionen in Kleingruppen bzw. digital („hands-on“) im Computerlabor (1 SWS bzw. Blockkurs)
Prüfungsformen Mündliche oder schriftliche Abschlussprüfung gem. Ankündigung
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestehen der Abschlussprüfung
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Modul kann CP-relevant in den Studiengang B.Sc. Biochemie integriert werden entweder als „Spezialvorlesung (Theoretische Biochemie) im Schwerpunkt Biomolekulare Chemie“ oder als „Zusatzfach Chemie“
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende D. Marx, C. Hättig
Sonstige Informationen Modul kann CP-relevant in den Studiengang B.Sc. Biochemie integriert werden entweder als „Spezialvorlesung (Theoretische Biochemie) im Schwerpunkt Biomolekulare Chemie“ oder als „Zusatzfach Chemie“

Biophysikalische Chemie I					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus nur WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			Kontaktzeit a) 2 SWS b) 1 SWS	Selbststudium 90 h	Gruppengröße 50 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen: Grundverständnis von Physikalischer Chemie und Biomolekülen					
Lernziele (learning outcomes) Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls: • kennen Studierende experimentelle Techniken der biophysikalischen Chemie mit Schwerpunkt auf optischen und kalorimetrischen Methoden • können Studierende Konzepte der physikalischen Chemie auf biomolekulare Fallbeispiele anwenden • verstehen Studierende die Anwendungen sowie die Vor- und Nachteile der besprochenen Methoden • sichten und analysieren Studierende selbstständig Literatur					
Inhalt Einführung zum Thema Biomoleküle • Proteinstruktur • Molekulare Interaktionen Konzepte • Computergestützte Ansätze					

• Fluoreszenz (FRET, Fluoreszenzlebenszeit) • Strategien zur Fluoreszenzmarkierung Techniken • Lichtmikroskopie (Fluoreszenz- Weitfeld/konfokale Mikroskopie, TIRF) • Hochauflösende Mikroskopie (STED, STORM/PALM, 2-Photonenmikroskopie) • Kalorimetrie (DSC, ITC, MST)
Lehrformen Vorlesung, Übungen mit Aufgaben zum Selbststudium, Moodlekurs
Prüfungsformen schriftliche Modulklausur (120 min)
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Bestandene Modulklausur
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) BSc. Biochemie, BSc. Chemie
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Simon Ebbinghaus
Sonstige Informationen

Wahlpflichtpraktika I-V

Fachspezifische Wahlpflichtpraktika

F-Synthesepraktikum in Anorganischer Chemie					
Modul-Nr. 22	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus Nur WiSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) F-Synthesepraktikum in Anorganischer Chemie			Kontaktzeit 130 SWS	Selbststudium 20 h	Gruppengröße Max. 40 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen: Bestandenes anorganisch-chemisches Grundpraktikum und Organisch-chemisches Grundpraktikum					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • können Studierende mehrstufige Synthesen (anorganische, organische, metallorganische und bioanorganische Präparate) eigenständig durchführen und mechanistisch interpretieren. • können Studierende sicherer mit der Vakuumtechnik, Schutzgastechik, Trocknung von Lösungsmitteln sowie die Anwendung von spektroskopischen Methoden zur Strukturaufklärung (IR-, UV-, NMR-Spektroskopie, Massenspektrometrie), Chromatographie und Diffraktometrie (Pulver und Einkristall) umgehen. • können Studierende erworbene Fertigkeiten und Kenntnissen zum selbständigen Arbeiten in wissenschaftlichen Projekten nutzen.					
Inhalt Themenverzeichnis: Hauptgruppenelemente, Übergangsmetalle, Elementorganik, Liganden, Cluster, Aggregate, Synthese von reaktiven und komplexen organischen Verbindungen, Anwendung analytischer Methoden zur Strukturaufklärung. Synthesemethoden: Vakuumtechnik, Schutzgastechik (Schlenktechnik, Substanztransfer in einer Glovebox, Lösemitteltransfer unter Schutzgas, Filtration unter Schutzgas, Abfüllen von NMR-Proben unter Schutzgas), Aufreinigungstechniken: Säulenchromatographie, Umkristallisieren, Sublimation, fraktionierte Destillation und fraktionierte Kondensation, Umgang mit Gefahrstoffen, selbstentzündliche Reagenzien, Transfer mit Spritze und Septum, Umgang mit toxischen / carcinogenen Substanzen, Umgang mit geruchsbelästigenden Stoffen, im Mikromaßstab: Umgang mit potentiell explosiven Substanzen Charakterisierungsmethoden: NMR in Lösung und im Festkörper, Einkristall- und Pulverdiffraktometrie, IR, UV/VIS.					
Lehrformen Projektarbeiten					
Prüfungsformen 1. Sicherheitsgespräch am Beginn des Praktikums; 2. Sicherheits- und Eingangsgespräch vor jedem Versuch; 3. Synthese des Präparats (Ausbeute: min 50% der Literaturangabe?); 4. Dokumentieren der Versuchsdurchführung des Praktikumspräparats im Laborjournal 5. Anfertigung eines Versuchsprotokolls zu dem Praktikumspräparat					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten					

Die erfolgreiche Durchführung der Laborpräparate, Anfertigung von schriftlichen Berichten zu den Praktikumspräparaten sowie die Teilnahme an dem Vorbereitungsseminar.
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Dr. Klaus Merz Alle Dozent:innen der Anorganischen Chemie
Sonstige Informationen

F-Synthesepraktikum in Organischer Chemie					
Modul-Nr. 23	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus Einmal jährlich (nur Im WS)	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Praktikum			Kontaktzeit 7 SWS / 105 h	Selbststudium 45 h	Gruppengröße Ca. 100 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen: Bestandenes Grundpraktikum in Organischer Chemie (für Biochemiker zusätzlich: Bestandenes Praktikum Bioorganische Chemie), Kenntnisse in Organischer Chemie, insb. sicherheitsrelevanter Aspekte					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls • sind die Studierenden in der Lage, mehrstufige organisch chemische Synthesen eigenständig durchzuführen und mechanistisch zu interpretieren. • besitzen Studierende die Fähigkeiten zum sicheren Umgang mit der Vakuumtechnik, Schutzgastechnik, Trocknung von Lösungsmitteln sowie der Anwendung von spektroskopischen Methoden zur Strukturaufklärung (IR-, UV-, NMR-Spektroskopie, Massenspektrometrie) und Chromatographie. • sind Techniken und Fertigkeiten in ihrer Vielfalt an Hand von didaktischen und forschungsrelevanten Präparaten erworben und vertieft worden. Das F-Praktikum für Synthesechemie soll den Übergang von den erworbenen Fertigkeiten und Kenntnissen in den präparativen Grundpraktika hin zum selbständigen Arbeiten in wissenschaftlichen Projekten ermöglichen.					
Inhalt – Synthese von reaktiven und komplexen organischen Verbindungen in mehrstufigen Synthesen, Stereo- und enantioselektive Synthesen, – Anwendung analytischer Methoden zur Strukturaufklärung. (NMR, IR, UV/VIS, Dünnschichtchromatographie, Gaschromatographie, Massen-spektrometrie) – Synthesemethoden: Vakuumtechnik, Schutzgastechnik – Aufreinigungstechniken: Säulenchromatographie, Umkristallisieren, Sublimation, fraktionierte Destillation und fraktionierte Kondensation – Umgang mit Gefahrstoffen, selbstentzündliche Reagenzien, Transfer mit Spritze und Septum, Umgang mit toxischen / carcinogenen Substanzen, Umgang mit geruchsbelästigenden Stoffen					
Lehrformen Praktikum					
Prüfungsformen					

Sicherheitsgespräch am Beginn des Praktikums; Sicherheits- und Eingangsgespräch vor jedem Versuch, Synthese des Präparats (Ausbeute: min 50% der Literaturangabe); Skizzieren der Versuchsdurchführung des Praktikumspräparats im Laborjournal Anfertigung eines Versuchsprotokolls zu dem Praktikumspräparat
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Die erfolgreiche Anfertigung von schriftlichen Berichten zu den Praktikumspräparaten
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B.Sc. Chemie / B.Sc. Biochemie
Stellenwert der Note für die Endnote
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Prof. Dr. Lukas Goossen, Prof. Dr. Stefan Huber, Prof. Dr. Gerald Dyker, Prof. Dr. Frank Schulz, Prof. Dr. Christian Merten, Dr. Wolf Matthias Pankau, Dr. Dirk Grote, Irina Graf
Sonstige Informationen keine

Physikalisch-chemisches Praktikum für Fortgeschrittene					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 6. Semester	Turnus WS	Dauer 1 Semester
Modul: Physikalisch-chemisches F-Praktikum			Kontaktzeit 5 SWS, 60 h	Selbststudium 90 h	Gruppengröße 30 – 60 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen: 1. Physikalische Chemie I oder Physikalische Chemie II 2. Physikalisch-chemisches Grundpraktikum					
Lernziele (learning goals) Nach Ende des Praktikums sollen die Studierenden - ein fortgeschrittenes apparatives und theoretisches Verständnis wichtiger experimenteller Techniken der Physikalischen Chemie, wie sie in der Forschung zur Nachhaltigen Chemie verwendet werden, erworben haben. - in der Lage sein, eine die Genauigkeit einer durchgeführten Messung zu quantifizieren. - in der Lage sein, ein wissenschaftliches Experiment in einem schriftlichen Bericht darzustellen.					
Inhalt Laser-induzierte Fluoreszenz-Spektroskopie, Infrarot-Spektroskopie, UV/VIS-Spektroskopie, Elektronenbeugung (LEED), Gitterenergie, Dipolmoment, Lasermikroskopie, Rasterkraftmikroskopie, Rasterelektronenmikroskopie, zeitaufgelöste Spektroskopie, u.a.					
Lehrformen Antestat mit dem Versuchsbetreuer, Durchführung eines fortgeschrittenen Experimentes unter Anleitung eines Versuchsbetreuers					
Prüfungsformen Antestat zu jedem Versuch, Anfertigung von schriftlichen Berichten zu jedem Versuch					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Erfolgreiche Teilnahme am Antestat zu jedem Versuch, erfolgreiche Anfertigung eines schriftlichen Berichtes zu jedem Versuch					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) B.Sc. Chemie, B.Sc. Nachhaltige Chemie, B.Sc. Biochemie, 2-Fach BA					
Stellenwert der Note für die Endnote unbenotet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende					

Dozenten der physikalischen Chemie
Sonstige Informationen

Analytisch-chemisches F-Praktikum					
Modul-Nr./-	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 6. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Analytisch-chemisches F-Praktikum b) Seminar zum Analytisch-chemischen F-Praktikum			Kontaktzeit a) 6 SWS/42 h b) 1 SWS/7 h	Selbststudium 101 h	Gruppengröße 30 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen 1. Leistungsnachweis Analytische Chemie II oder Methoden der Strukturaufklärung oder Nachhaltige Chemie I 2. Leistungsnachweis Analytisch-chemisches Grundpraktikum					
Lernziele (learning outcomes) <u>Zielsetzung:</u> Nach Ende dieses Moduls besitzen Studierende ein fortgeschrittenes apparatives und theoretisches Verständnis der Praxis sowie der möglichen umweltrelevanten analytischen Anwendungsbereiche wichtiger Methoden der Oberflächenanalytik, Elektroanalytik und Sensorik. <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben theoretische und praktische Kenntnisse im Bereich der modernen instrumentellen Analytik. Darüber hinaus erwerben sie fundierte fortgeschrittene Kenntnisse in der Auswertung und Bewertung von Analysemethoden.					
Inhalt – Analytische Trennverfahren: Hochleistungsflüssigchromatographie (HPLC) – Molekülspektroskopie und Strukturanalytik: Atomabsorptionsspektroskopie (AAS), Kernspinresonanzspektroskopie (NMR), Massenspektrometrie (MS), Oberflächenplasmonenresonanzspektroskopie (SPR) – Elektroanalytik: Zyklische Voltammetrie (CV), Elektrochemische Quarzkristallmikrowaage (EQCM)					
Lehrformen i) Praktikum ii) Seminar					
Prüfungsformen Sicherheits- und Eingangskolloquien vor den Versuchen, Überprüfung der Ergebnisse der Analysen sowie Versuchsprotokolle.					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Erfolgreiche Durchführung der Praktikumsaufgaben und Anfertigung von schriftlichen Berichten zu den Praktikumsaufgaben.					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) BSc. Biochemie; BSc. Chemie					
Stellenwert der Note für die Endnote nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende A. Rosenhahn, K. Tschulik					
Sonstige Informationen					

Biochemisches Praktikum					
Modul-Nr. 27	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 6. Sem.	Turnus SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Biochemisches Praktikum (180620)			Kontaktzeit 56 h	Selbststudium 94 h	Gruppengröße ca. 10 Teilnehmer
Teilnahmevoraussetzungen: keine					
Lernziele Im Praktikum lernen die Teilnehmer grundlegende biochemische und molekularbiologische Techniken. Nach Abschluss des Praktikums können die Teilnehmer selbständig biochemische Versuche nach Versuchsskript durchführen und in zum Verständnis ausreichender Detailtiefe protokollieren und auswerten.					
Inhalt Vor dem Praktikum findet eine Sicherheitsunterweisung statt, in der Kenntnisse zur Arbeitssicherheit im biochemischen Labor, zum Umgang mit Gefahrstoffen und deren Entsorgung vermittelt werden. Dabei werden auch auf eine Minimierung der Umweltbelastung und Schonung der Ressourcen hingewiesen. Im Praktikum werden sieben Versuche durchgeführt: i) BA-1: Isolierung von α-Lactalbumin aus Rohmilch ii) Fraktionierte Fällung von Milchproteinen iii) Weitere Aufreinigung des α-Lactalbumins durch Gelfiltrationschromatographie iv) BA-2: Untersuchung von α-Lactalbumin v) Bestimmung der Proteinmenge in den Fraktionen der Gelfiltration aus BA-1 vi) Analyse der Fällungsschritte und der Fraktionen der Gelfiltration aus BA-1 durch SDS-Polyacrylamid-Gelelektrophorese vii) BA-3: Isolierung von Phospholipasen aus Pflanzen und deren Analyse mittels fluoreszierender Lipide viii) Isolierung von Phospholipasen aus Weizenkeimlingen ix) Verdau von Lipiden mit Phospholipasen x) Dünnschichtchromatographische Auftrennung der verdauten Lipide xi) BA-5: Charakterisierung von Urease xii) Bestimmung der Ureasekonzentration xiii) Messung der Enzymaktivität der Urease mit einem gekoppelten optischen Test xiv) MA-2: Isolierung von Glykogen aus Leber xv) Trennung von Cytoplasma und Kernen aus eukaryotischen Zellen xvi) Isolierung und Aufreinigung von cytoplasmatischer und nukleärer RNA xvii) Analyse der isolierten RNA durch Gelelektrophorese und RT-PCR - xviii) MA-3: Isolierung und PCR-RFLP-Analyse von DNA zum Tierartennachweis in Lebensmitteln xix) Isolierung und Aufreinigung von DNA aus Lebensmittelproben xx) Analyse der isolierten DNA durch PCR mit anschließender Restriktionsanalyse und Gelelektrophorese xxi) MA-5: ATP-Bestimmung mittels Luciferase-Assay xxii) Herstellung eines Lysats aus HEK-Zellen - xxiii) Analyse der Kinetik des ATP-Abbaus mittels Luciferase-Assay					
Lehrformen Praktikum					
Prüfungsformen Antestat, Versuchsdurchführung, Versuchsprotokoll					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten					

Bestehen des Antestats, der Versuchsdurchführung und des Versuchsprotokolls für alle sieben Versuche
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)
Stellenwert der Note für die Endnote: unbenotet (5 CP)
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende T. Günther-Pomorski, S. Neumann, D. Wolters, D. Tapken, R. Stoll
Sonstige Informationen

Technisch-chemisches Praktikum Fortgeschrittene Theorie und Praxis des Wahlfaches					
Modul-Nr./- Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 6. Sem.	Turnus nur SoS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Technisch-chemisches Praktikum (P)			Kontaktzeit a) 6 SWS / 90 h b) 1 SWS / 15 h	Selbststudium 45 h	Gruppengröße 16 Praktikumsplätze
Teilnahmevoraussetzungen: Leistungsnachweise für Grundlagen der Technischen Chemie oder Technische Chemie I: Chemische Verfahrenstechnik					
Lernziele (learning outcomes) <u>Zielsetzung:</u> Nach Abschluss dieses Moduls sollen die Studierenden wichtige Grundoperationen der Trenntechnik, der Wärme-, Stoff- und Impulsübertragung sowie die idealen Reaktoren aus eigener Anschauung kennen. Sie sollen die Grundlagen der Reaktorwahl und -auslegung, der Gestaltung und Auslegung von Wärme- und Stoffaustauschapparaten, der Berechnung von Druckverlusten sowie der Auslegung von Rektifikations- und Absorptionskolonnen sicher beherrschen, anwenden und auch komplexere Anwendungsfälle zutreffend diskutieren können. <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, mit Stofftrennanlagen (u.a. Destillation, Absorption) und Wärmetauschern im größeren Labormaßstab umzugehen. Sie stärken ihre Kompetenz, Ergebnisse von Experimenten hinsichtlich ihrer Aussagekraft zu bewerten, experimentelle Unregelmäßigkeiten zu erkennen, ihre Ergebnisse vor Kolleginnen und Kollegen vorzutragen und zu diskutieren.					
Inhalt 1. Rektifikation: Bestimmung der theoretischen Trennstufenzahl einer Kolonne, Lösung einer Trennaufgabe durch Realisierung eines vorausberechneten Rücklaufverhältnisses, Seminar: McCabe-Thiele-Diagramm (vertieft), Eigenschaften realer Böden 2. Extraktion von Benzoesäure aus wässriger Lösung durch Cyclohexan in einer Mixer-Settler-Batterie, Seminar zu Phasengleichgewicht, Auslegung der Extraktion im McCabe-Thiele Diagramm und nach Nash und Hunter 3. Prinzipien der Strömungsmesstechnik: Normblende, Kapillar-Strömungsmessern Massendurchflussregler, Rotameter, Seminar: Strömungstechnische Grundlagen der Messverfahren 4. Wärmeübergang: Doppelrohrwärmetauscher, Seminar: Arbeit mit dem VDI-Wärmeatlas 5. Filtration: Ermittlung von Konstanten der Filtergleichung, Seminar: Mechanische Trennprozesse 6. Verweilzeitverteilung in idealen Reaktoren: Impuls- und Sprungantwort in CSTR, Strömungsrühr, Kaskade, Seminar zu Verweilzeitverteilungen idealer Reaktoren 7. Umsatz in idealen Reaktoren: Kinetik einer Esterhydrolyse in Satzreaktor, CSTR, Kaskade und Strömungsrühr, Umsatzberechnung auch unter Einsatz der Verweilzeitfunktion, Seminar zur Umsatzberechnung					

8. Wirbelschicht: Ermittlung der Fluidisierungsgeschwindigkeit und der Wärmeaustauscheigenschaften einer Wirbelschicht, Seminar: Reaktionstechnisches Potenzial von stationären und instationären Wirbelschichten
9. Adsorption: Durchbruchskurve und Desorptionscharakteristik eines Festbettadsorbers, Seminar: Adsorptionsisotherme und Durchbruchskurve
10. Absorption: Bestimmung der Austauschfläche eines Absorbers durch den Umsatz einer schnellen, bei bekannter Phasengrenzfläche unabhängig charakterisierten Reaktion, Seminar: Reaktionen über die fluid-fluid-Phasengrenze
Lehrformen a) Praktikum; b) Seminar
Prüfungsformen Aktive Teilnahme
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Testierung einer vorgeschriebenen Zahl von Versuchsprotokollen, Halten einer Präsentation
Verwendung des Moduls Bachelor-Studiengang Chemie
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende B. Mei, M. Muhler
Sonstige Informationen Praktikumsunterlagen werden über moodle-Kurse publiziert

Theoretisch-Chemisches Praktikum					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 6. Sem.	Turnus Jedes SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Grundlagenpraktikum der Theoretischen Chemie im Computerlabor („Theoretikum“) mit integriertem Seminar			Kontaktzeit 6 SWS / 60 h	Selbststudium 90 h	Gruppengröße Ca. 10-20 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen: Erfolgreiche Teilnahme an der das Praktikum vorbereitenden Lehrveranstaltung „Theoretische Chemie I: Grundlagen“ (sowie der vorausgehenden Pflichtvorlesung „Theorie der Chemischen Bindung“)					
Lernziele (learning outcomes) <u>Zielsetzung:</u> Die Absolventen lernen, mit Programmpaketen Standardprobleme aus den Bereichen Elektronen- und Molekülstruktur sowie Molekulardynamik zu bearbeiten sowie Aufwand, Genauigkeit und Grenzen verschiedener Methoden zu beurteilen. Darüber hinaus werden sie befähigt, einfache Programmieraufgaben zu lösen und sich selbständig Themen aus der Fachliteratur zu erarbeiten. <u>Kompetenzen:</u> Die Teilnehmer erwerben die Fähigkeit, grundlegende Anwendungen aus der Computerchemie selbständig durchzuführen, die Ergebnisse darzustellen und kritisch zu beurteilen, sowie die zu erwartende Genauigkeit und Limitierungen der jeweiligen Methoden einzuschätzen. Die Visualisierung und Auswertung der Ergebnisse komplexer Berechnungen sowie das Erlangen von Grundkenntnissen in Linux sind weitere erworbene Kompetenzen.					
Inhalt Das Praktikum umfasst vier ungefähr gleichgewichtige Teilbereiche. In den Blöcken „Quantenchemie (QC)“ und „Molekulardynamik (MD)“ sollen die in der Vorlesung behandelten Methoden praktisch angewendet werden. Eine „Programmieraufgabe“ soll an die selbständige Methodenentwicklung als einen wichtigen Teilbereich der Theoretischen					

Chemie heranzuführen und in dem Block „Theoretische Grundlagen“ ein über die Vorlesung hinausgehendes Grundlagenwissen selbständig erarbeitet werden. 1. Quantenchemische Rechnungen: Geometrieoptimierung von Molekülen, Hartree-Fock (HF) und Dichtefunktionalmethoden (DFT), wellenfunktionsbasierte Korrelationsmethoden (z.B. CI, CC, MP2, MCSCF), Methodenvergleich, Berechnung von Potentialflächen, Bestimmung von Gleichgewichtsstrukturen und Übergangszuständen, Analyse und Visualisierung der elektronischen Struktur, IR-Spektren in harmonischer Näherung, Berechnung von elektronisch angeregten Zuständen 2. Molekulardynamik: Car-Parrinello ab initio MD Simulation der Protonenwanderung in Wasser (Grotthuss-Mechanismus der Strukturdiffusion), Anwendung von molekülmechanischen Kraftfeldern (MM) in klassischer MD zur Simulation eines Proteins in Wasser, Analyse von Trajektorien in Ort und Zeit 3. Programmieraufgabe: Entwicklung eines einfachen Computerprogramms (z.B. in Fortran oder C unter Verwendung von Bibliotheksroutinen) zur numerischen Integration von Bewegungsgleichungen in MD Simulationen 4. Theoretische Grundlagen: z.B. Symmetrieanalyse von Schwingungsspektren (Gruppentheorie), Spinzustände von Mehrelektronensystemen (CI)
Lehrformen Praktische Computerchemie im „virtuellen Labor“ von der Theorie zum Ergebnis: Nutzung von Programmpaketen, die auch in der aktuellen Forschung genutzt werden, um selbstständig unter qualifizierter Anleitung Standardprobleme aus den Bereichen Elektronen- und Molekülstruktur sowie Molekulardynamik auf leistungsfähigen Servern einschliesslich modernster Visualisierung zu bearbeiten. Selbstständige Entwicklung unter qualifizierter Anleitung eines einfachen Computerprogramms in einer Programmiersprache freier Wahl mit einer Pilotanwendung. Verfassen von schriftlichen Versuchsprotokollen und Besprechung bzw. Diskussion der dargestellten Ergebnisse im integrierten Seminar.
Prüfungsformen Qualifizierte schriftliche Versuchsprotokolle für jeden Versuch
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Testierung der rechtzeitig eingereichten schriftlichen Versuchsprotokolle
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Modul kann CP-relevant in den Studiengang B.Sc. Biochemie integriert werden als „Theoretisch-Biochemisches Praktikum zur Spezialvorlesung (Theoretische Biochemie bzw. Theoretische Chemie I: Grundlagen im 5. Semester) im Schwerpunkt Biomolekulare Chemie“
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende L. Schäfer zusammen mit J. Behler, C. Hättig, D. Marx und anderen Dozenten der Theoretischen Chemie
Sonstige Informationen Multimedial aufbereitete Unterlagen auf der Homepage dieses Praktikums innerhalb den Seiten „Lehre“ des Lehrstuhls für Theoretische Chemie zusammen mit digitalen Inhalten z.B. zu numerischen Techniken, theoretischen Methoden, Referenzdaten und Forschungsliteratur. Modul kann CP-relevant in den Studiengang B.Sc. Biochemie integriert werden als „Theoretisch-Biochemisches Praktikum zur Spezialvorlesung (Theoretische Biochemie bzw. Theoretische Chemie I: Grundlagen im 5. Semester) im Schwerpunkt Biomolekulare Chemie“

Zusätzliche Wahlpraktika

Forschendes Lernen Nachhaltige Chemie					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5./6. Sem.	Turnus SS und WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen Forschendes Lernen in Arbeitsgruppe (P)			Kontaktzeit 8 SWS	Selbststudium 30 h	Gruppengröße Einzel
Teilnahmevoraussetzungen: Keine					
Lernziele (learning outcomes) <u>Zielsetzung:</u> Gegenstand des Moduls ist die Vermittlung erweiterter praktischer Kenntnisse zu einem aktuellen Forschungsthema im Kontext der nachhaltigen Chemie. Nach Ende dieses Moduls besitzen Studierende ein fortgeschrittenes apparatives und theoretisches Verständnis nachhaltig-chemischer Synthesepraktiken sowie relevanter Analyse- und Charakterisierungsverfahren. <u>Kompetenzen:</u> Die Studierenden erwerben theoretische und praktische Kenntnisse im Bereich der nachhaltigen Chemie. Darüber hinaus erwerben sie fundierte fortgeschrittene Kenntnisse in der Auswertung und Bewertung ihrer Syntheseverfahren hinsichtlich grüner Metriken. Ferner können Studierende erworbene Fertigkeiten und Kenntnissen zum selbständigen Arbeiten in wissenschaftlichen Projekten nutzen.					
Inhalt Im Modul Forschendes Lernen erhalten die Studierenden die Möglichkeit, in einem ausgewählten Arbeitskreis praktische Laborerfahrungen zu vertiefen und dabei aktiv an aktuellen Forschungsprojekten im Bereich der nachhaltigen Chemie mitzuwirken. Im Mittelpunkt steht die Entwicklung und Bewertung nachhaltiger Synthesen. Dazu gehört das Erlernen und Anwenden von Methoden zur Quantifizierung umweltrelevanter Kenngrößen wie Ökobilanzdaten, Energieeffizienz oder Abfallminimierung. Studierende sollen bestehende Syntheseverfahren analysieren und bewerten, um deren ökologische und ökonomische Nachhaltigkeit zu verbessern. Zusätzlich zu den technischen Kompetenzen wird der Einsatz von Instrumenten wie der Lebenszyklusanalyse (Life Cycle Assessment, LCA) vermittelt, die eine ganzheitliche Bewertung chemischer Prozesse ermöglichen. Durch die enge Zusammenarbeit im Arbeitskreis wird der wissenschaftliche Diskurs gefördert, wobei die Studierenden sowohl theoretisches Wissen als auch praktische Fertigkeiten im Kontext der nachhaltigen Chemie weiterentwickeln.					
Lehrformen c) Praktikum Sprache: Deutsch oder Englisch					
Prüfungsformen a) Abgabe des Abschlußberichts					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Chemie, Biochemie					
Stellenwert der Note für die Endnote nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Alle Dozierenden der Fakultät					
Sonstige Informationen					

Teaching Assistant - Lehren lernen im Chemielabor					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5./6. Sem.	Turnus SS und WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen c) Seminar Lehren lernen fürs Chemielabor (S) d) Lehren lernen im Chemielabor (P)			Kontaktzeit c) 1 SWS d) 6 SWS	Selbststudium e) 15 h f) 30 h	Gruppengröße ca. 15 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen: Keine					
Lernziele (learning outcomes) <u>Zielsetzung:</u> Gegenstand des Moduls ist die Vermittlung grundlegender bzw. erweiterter Kenntnisse zu: V) Bildung für nachhaltige Entwicklung VI) Rolle und Haltung einer Lehrperson im Lehr-Lern-Kontext VII) Lernzielen im Labor VIII) Umgang mit Gruppendynamik IX) Lernprinzipien X) Formen des Feedbacks <u>Kompetenzen:</u> Nach Ende dieses Moduls können die Studierenden: I) Lernprozesse von einzelnen Lernenden und Kleingruppen im Chemielabor erkennen, bewerten und hinsichtlich deren Förderung handeln II) ihr eigenes Handeln als Lehrperson reflektieren					
Inhalt Bildung für nachhaltige Entwicklung: BNE als ganzheitliches Bildungskonzept, komplexe Sachverhalte erfassen und mit Zielkonflikten umgehen, Förderung mehrperspektivischer Betrachtungsweisen, Förderung systemischen Denkens, des Umgangs mit Komplexität und Unsicherheit; partizipative und kooperative Arbeitsweisen, ziel- und zeitdifferente Lernformen Rolle und Haltung im Lehr-Lern-Kontexte: Rollenverständnis, Art und Weise der Kommunikation, professionelle Beziehungsgestaltung, Gestaltung des Lehr-Lern-Settings Taxonomie der Lernziele: kognitive Lernziele und psychomotorische Prozesse Umgehen mit Gruppendynamik: Gruppendynamik nach Tuckman, Gruppenkohärenz, Zielkorridore, gruppenbezogene Lernfortschritte Lernprinzipien: Wie Lernen Wir?, Lernen und Emotionen, Lernerfolg Formen des Feedbacks: Rückmeldung zum Lernprozess, zentrale Feedbackdimensionen, Feedbackebenen, Prinzip der minimalen Hilfe					
Lehrformen d) Seminar e) Praktikum Sprache: Deutsch					
Prüfungsformen b) Teilnahme an Sicherheitsveranstaltungen und Teilnahme am Seminar c) erfolgreiche Betreuung der Praktikumsversuche, Abgabe der Protokolle zur Praktikumsbetreuung					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum und Seminar					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Chemie, Biochemie					
Stellenwert der Note für die Endnote nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende					

tbd
Sonstige Informationen

Industriepraktikum					
Modul-Nr. 30	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5/6. Sem.	Turnus	Dauer 3 Monate
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Praktische Labortätigkeit			8SWS	30h	Einzelperson
Teilnahmevoraussetzungen:					
Lernziele (learning outcomes) Durch das Industriepraktikum sollen die Studierenden ihre Fähigkeit entwickeln, theoretisches Wissen auf praktische Problemstellungen in einem industriellen Kontext anzuwenden und eigenständig Lösungen zu erarbeiten. Die Lernziele umfassen: - Praxisbezogene Anwendung chemischer und technischer Kenntnisse in einem realen Arbeitsumfeld. - Verständnis industrieller Abläufe und die Fähigkeit, chemische Produktionsprozesse unter Berücksichtigung von Effizienz, Sicherheit und Umweltstandards zu analysieren und zu bewerten. - Erwerb von Kompetenzen im Projektmanagement und der selbstständigen Bearbeitung betrieblicher Fragestellungen. - Förderung des kritischen Denkens im Hinblick auf die Anwendung nachhaltiger Prinzipien in der chemischen Industrie und die Identifikation von Optimierungspotenzialen. - Stärkung der Kommunikations- und Teamfähigkeiten durch die Arbeit in interdisziplinären Teams und die Anpassung an betriebliche Strukturen.					
Inhalt Im Modul Industriepraktikum absolvieren die Studierenden ein dreimonatiges Praktikum in einem selbst gewählten Unternehmen der chemischen Industrie oder verwandten Bereichen. Ziel des Moduls ist es, theoretisches Wissen in einem praktischen industriellen Umfeld anzuwenden und vertiefte Einblicke in die Berufspraxis zu gewinnen. Die Studierenden lernen dabei unter realen Bedingungen, chemische Prozesse und Technologien anzuwenden, betriebliche Abläufe zu verstehen und spezifische Fragestellungen der industriellen Chemie zu bearbeiten. Während des Praktikums wird von den Studierenden erwartet, dass sie aktiv an Projekten mitarbeiten, technische und chemische Herausforderungen eigenständig analysieren und Lösungen entwickeln. Sie vertiefen ihre Kenntnisse in Bereichen wie Produktionsprozesse, Qualitätssicherung, Umwelt- und Sicherheitsstandards und erhalten Einblicke in das betriebliche Management sowie die interdisziplinäre Zusammenarbeit. Der Fokus liegt zudem auf der Reflektion über Nachhaltigkeitsaspekte in industriellen Prozessen und der Anwendung nachhaltiger Prinzipien in der Praxis.					
Lehrformen Experimentelle Arbeit					
Prüfungsformen Abschlußbericht					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Erfolgreiche Teilnahme am Praktikum					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Studiengang BSc Chemie					
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende					

Im B. Sc.-Studiengang Chemie tätige Hochschullehrer/innen und wissenschaftliche Mitarbeiter/innen
Sonstige Informationen

Bachelor-Arbeit Nachhaltige Chemie					
Modul-Nr. 30	Credits 10 CP	Workload 300 h	Semester 6. Sem.	Turnus	Dauer 3 Monate
Lehrveranstaltungen a) Praktische Labortätigkeit b) Schriftliche Hausarbeit			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
Teilnahmevoraussetzungen:					
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls können Studierende innerhalb einer vorgegebenen Frist einen wissenschaftlichen Befund erheben, darstellen und auswerten.					
Inhalt Das Thema der Bachelor-Arbeit ist weiterführend angelehnt an eines der F-Praktika. Die Arbeit muss zu einer Veranstaltung des Teils II des Basis-Studiums angefertigt werden. Chemisch-orientierte Bachelor-Arbeiten müssen zu einem Themenbereich aus einem der folgenden Praktika angefertigt werden: F-Praktikum für Synthesechemie, Physikalisch-chemisches F-Praktikum, Analytisch-chemisches F-Praktikum, Biochemisches Praktikum, Technisch-chemisches Praktikum oder Theoretisch-chemisches Praktikum.					
Lehrformen Experimentelle Projektarbeit, schriftliche Hausarbeit					
Prüfungsformen schriftliche Hausarbeit, basierend auf praktischer experimenteller Tätigkeit					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten Fristgerechte Einreichung der Bachelorarbeit und Bewertung durch die zwei Prüfer/innen mit „ausreichend“ oder besser					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Studiengang BSc Biochemie					
Stellenwert der Note für die Endnote Nach CP gewichtet					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende Im B. Sc.-Studiengang Chemie tätige Hochschullehrer/innen und wissenschaftliche Mitarbeiter/innen					
Sonstige Informationen					