

**Modulhandbuch für den
Studiengang
Bachelor of Science in Chemie**

Oktober 2024

Inhaltsverzeichnis

Konzepte der Chemie	- 7 -
Chemie im Kontext	- 9 -
Physikalische Grundlagen der Chemie	- 10 -
Analytische Chemie I	- 12 -
Mathematik für Chemiker	- 14 -
Anwendung mathematischer Verfahren in der Chemie	- 15 -
Grundlagen der Physik	- 16 -
Anorganische Chemie I	- 17 -
Anorganisch-chemisches Grundpraktikum	- 19 -
Anorganische Chemie II	- 20 -
Organische Chemie I	- 22 -
Organische Chemie II	- 23 -
Organisch-chemisches Grundpraktikum	- 24 -
Physikalische Chemie I	- 25 -
Physikalisch Chemisches Grundpraktikum	- 26 -
Physikalische Chemie II	- 26 -
Theorie der chemischen Bindung	- 27 -
Methoden der Strukturaufklärung	- 29 -
Einführung in die Biochemie	- 30 -
Grundlagen der Technischen Chemie	- 31 -
Anorganische Chemie III	- 32 -
Organische Chemie III	- 34 -
Physikalische Chemie III	- 34 -
Analytische Chemie II	- 35 -
Biochemie I	- 36 -
Biophysikalische Chemie	- 38 -
Technische Chemie I	- 39 -
Theoretische Chemie I	- 40 -
Nachhaltige Chemie I	- 41 -
Nachhaltige Chemie II	- 42 -
Nachhaltige Chemie III	- 43 -
F-Synthesepraktikum in Anorganischer Chemie	- 44 -
F-Synthesepraktikum in Organischer Chemie	- 45 -
Physikalisch-Chemisches F-Praktikum	- 46 -
Analytisch-chemisches F-Praktikum	- 47 -
Biochemisches Praktikum	- 48 -
Technisch-chemisches Praktikum	- 50 -
Theoretisch-chemisches Praktikum	- 51 -
Zusätzliche Wahlpraktika	- 53 -
Forschendes Lernen	- 53 -
Teaching Assistant	- 53 -
Industriepraktikum	- 54 -
Bachelor-Arbeit	- 55 -

Modulhandbuch für den Bachelor-Studiengang Chemie

Studienverlaufsplan für den Bachelor-Studiengang Chemie (Mai 2024)

- (1) Der folgende Studienverlaufsplan gilt in Verbindung mit der Prüfungsordnung für den Bachelor-Studiengang Chemie. Es wird empfohlen, die Lehrveranstaltungen in der angegebenen Reihenfolge zu besuchen. Für einzelne Praktika ist die erfolgreiche Teilnahme an vorhergehenden Lehrveranstaltungen entsprechend Abs. 2 erforderlich.
- (2) 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. Analytisch-chemisches Grundpraktikum
Theoretisch-chemisches Praktikum	1. Theoretische Chemie I
Technisch-chemisches Praktikum	1. Grundlagen der Technischen Chemie oder Technische Chemie I
Biochemisches Praktikum	1. Einführung in die Biochemie oder Biochemie I

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	-	-	8	5
	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
30 SWS	Summe: 2. Semester	12	6	12	32
3. (WS)	Analytisch-chemisches Grundpraktikum	-	-	8	5
	Organische Chemie II	3	1	-	5
	Physikalische Chemie I	2	1	-	5
	Physikalisch-chemisches Grundpraktikum	-	1	7	5
	Theorie der chemischen Bindung	2	1	-	5
	Methoden der Strukturaufklärung	2	1	-	5
29 SWS	Summe: 3. Semester	9	5	15	30
4. (SS)	Anorganische Chemie II	2	1	-	5
	Grundlagen der Technischen Chemie	2	1	-	5
	Organisch-chemisches Grundpraktikum	-	1	13	8
	Physikalische Chemie II	2	1	-	5
	Einführung in die Biochemie	2	1	-	5
26 SWS	Summe: 4. Semester	8	5	13	28
5./6. (Sem.)	Wahlpflichtvorlesungen I-V*):				25
	<i>Analytische Chemie II</i>	2	1	-	5
	<i>Biochemie I</i>	2	1	-	5
	<i>Physikalische Chemie III</i>	2	1	-	5
	<i>Technische Chemie I</i>	2	1	-	5
	<i>Theoretische Chemie I</i>	2	1	-	5
	<i>Nachhaltige Chemie I</i>	2	-	4	5
	<i>Nachhaltige Chemie III</i>	2	1	-	5
	<i>Biophysikalische Chemie</i>	2	1	-	5
	<i>Anorganische Chemie III</i>	2	1	-	5
	<i>Organische Chemie III</i>	2	1	-	5
	<i>Nachhaltige Chemie II</i>	2	1	-	5
	Wahlpflichtpraktika I-V*):				25
	Fachspezifische Wahlpflichtpraktika**				
	<i>Analytisch-chemisches F-Praktikum</i>	-	1	6	5
	<i>F-Synthesepraktikum in Anorg. Chemie</i>	-	-	8	5
	<i>F-Synthesepraktikum in Org. Chemie</i>	-	-	8	5
	<i>Physikalisch-chemisches F-Praktikum</i>	-	-	8	5
	<i>Technisch-chemisches Praktikum</i>	-	1	6	5
	<i>Theoretisch-chemisches Praktikum</i>	-	1	6	5
	<i>Biochemisches Praktikum</i>	-	1	6	5

Zusätzliche Wahlpraktika					
<i>Forschendes Lernen</i>	-	-	8	5	
<i>Teaching Assistent</i>	-	1	6	5	
<i>Industriepraktikum</i>	-	-	8	5	
					10
Bachelor-Arbeit					
Summe: 5/6. Semester					60
Summe: 1 – 6. Semester					180

*) Sowohl an Wahlpflichtvorlesungen als auch an Wahlpflichtpraktika sind jeweils 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.

(3) Es besteht die Möglichkeit, eine Spezialisierung in Richtung Nachhaltige Chemie zu wählen, indem die Vorlesungen Nachhaltige Chemie I und Nachhaltige Chemie II, ggf. bereits im Basisstudium belegt werden. Da im Basisstudium nur maximal 120 CP anrechenbar sind, wird in diesem Fall eine Wahlmöglichkeit zwischen den Vorlesungen Einführung in die Biochemie und Grundlagen der Technischen Chemie eingeräumt und zudem wird eine Reduktion des geforderten Leistungsumfang entsprechend der reduzierten Gewichtung für die Grundpraktika angeboten: Grundpraktika Anorganische Chemie (-1 CP), Analytische Chemie (-1 CP), Physikalische Chemie (-1 CP) und Organische Chemie (-2 CP). Die Vorlesungen Nachhaltige Chemie I und Nachhaltige Chemie II stehen zudem auch im Wahlpflichtbereich des 5. Semesters zur Auswahl. Für die Spezialisierung in Richtung Nachhaltige Chemie ist im 5. und 6. Semester das Modul Nachhaltige Chemie III vorgesehen und die Bachelorarbeit.

(4) Für Teil 2 des Modulplans (5. bis 6. Semester) gelten die Regelungen zur Wahlfreiheit gemäß § 4 Abs. 2 der Prüfungsordnung. Fachfremde Module im Umfang von 10 CP können aus der vom Prüfungsausschuss genehmigten Liste gewählt werden, die über das Prüfungsamt einsehbar ist.

Ersatzmodule 5. und 6. Semester	bis 10 CP
--	------------------

Lehrveranstaltungen aus fachfremden Bereichen
-siehe Liste

gemäß Liste geeigneter fachfremder
Lehrveranstaltungen (Präzedenz, s.
Prüfungsamt)

(5) 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).

Beschreibung der Module:**Vorkurs zum Studium der Chemie**

Vorkurs zum Studium der Chemie					
Modul-Nr. 0	Credits 0 CP	Workload 40 h	Semester vor Sem 1	Turnus Zum WiSe	Dauer 1 Woche
Lehrveranstaltungen a) Vorlesung b) Übung			Kontaktzeit a) 15 h b) 12 h	Selbststudium 13 h	Gruppengröße 180 - 200 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen:					
Lernziele (learning outcomes)					
<p>Nach der erfolgreichen Teilnahme am Vorkurs kennen die Studierenden wesentliche Grundlagen zum Studium ‚Chemie‘, u.a.</p> <ul style="list-style-type: none"> - die Einheiten des SI-Systems und die Einheiten der wichtigsten abgeleiteten Größen und sind in der Lage diese in einfachen Anwendungen zu verwenden <p>Grundlegende Konzepte der Materie auf der Nanoskala und deren Spektroskopie können die Studierenden</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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; Einheiten im SI-System und abgeleitete Größen: Dichte, Kräfte, Druck, Arbeit und Energie; elektrische Größen Stromstärke, Spannung und Widerstand; elektrisches Feld; Zustandsgleichung für Gase; Aufbau der Atome; Überlegungen zur Spektroskopie an Atomen und Molekülen; Einblick in den Nanokosmos					
Lehrformen Seminaristischer Unterricht, Gruppenarbeiten					
Prüfungsformen keine					
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten es werden keine Kreditpunkte vergeben					
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) Studiengang BSc Chemie , Studiengang BSc Biochemie, Studiengang 2-Fächer BSc Chemie					
Stellenwert der Note für die Endnote					
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende A. Birkner					
Sonstige Informationen					

Konzepte der Chemie

Konzepte der Chemie					
Modul-Nr. 1	Credits 13 CP	Workload 390 h	Semester 1. Sem.	Turnus nur WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Konzepte der Chemie (V) b) Übung zur Vorlesung (Ü) c) Fachübergreifendes Einführungspraktikum (P)	Kontaktzeit a) 6 SWS b) 2 SWS c) 6 SWS	Selbststudium a) 90 h b) 30 h c) 60 h	Gruppengröße Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 150 Studierende		
Teilnahmevoraussetzungen: Keine					
Lernziele (learning outcomes)					
<p><u>Zielsetzung:</u> Gegenstand des Moduls ist die Vermittlung grundlegende Kenntnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> I) den allgemeinen Konzepten der Chemie und des chemischen Rechnens II) der Chemie ausgewählter Hauptgruppenelemente III) Struktur und Reaktivität organischer Moleküle erlangen IV) der Arbeitsweise in chemischen Laboratorien und der Durchführung einfacher Versuche V) Grundlagen wissenschaftlicher Datenverarbeitung (Pythonprogrammierung; Daten- und Kontrollstrukturen) <p><u>Kompetenzen:</u> Nach Ende dieses Moduls können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> I) praktische chemische Arbeiten selbstständig 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					
<p><u>Vorlesung und Übung (a) und b))</u></p> <p>Teil: Konzepte der Allgemeinen Chemie</p> <p>Chemisches Rechnen: Stöchiometrisches Rechnen, Konzentrationen, pH-Wert, Mischungen;</p> <p>Chemische Statik: Stoffe, Verbindungen, Elemente, Stöchiometrielehre, Aufbau der Atome, Aufbau und Trends des Periodensystems der Elemente;</p> <p>Chemische Bindung: Moleküle und Orbitale, Valenzbindungstheorie, Molekülorbitaltheorie, Ionenkristalle und Kugelpackungen, metallische Bindung, Wechselwirkungen;</p> <p>Gestalt der Materie: Strukturen von Molekülverbindungen, VSEPR-Modell, Punktgruppensymmetrie;</p> <p>Chemische Energetik: Grundlagen der Enthalpie, Enthalpie, Satz von Hess, Born-Haber Kreisprozess;</p> <p>Chemische Kinetik: Geschwindigkeit chemischer Reaktionen, Geschwindigkeitsgesetze, Aktivierungsenergie, Katalyse;</p> <p>Chemisches Gleichgewicht: Gleichgewichtsreaktionen, Löslichkeitsgleichgewichte, Massewirkungsgesetz, Gleichgewichtskonstante;</p> <p>Redoxreaktionen: Oxidationszahlen, Aufstellen und Ausgleichen von Redoxreaktionen, Redoxpotentiale, Redoxgleichgewichte, Batterien;</p> <p>Säuren und Basen: Säure/Base Theorien, starke, schwache Säuren;</p> <p>Teil: Konzepte der Hauptgruppenchemie</p> <p>Elemente der 2. Und 3. Periode: Vorkommen, Struktur und Darstellung</p> <p>Chemie der Hauptgruppenelemente: Element-Wasserstoffverbindungen von elektronenarm bis elektronenreich, Element-Halogen, Element-Sauerstoffverbindungen</p>					

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

Praktikum c)

Tätigkeiten im Labor: Umgang mit Waage, Zentrifuge, Glasgeräten, Saugfalschen, Vakuumpumpen, Trockenschränken, Gasbrennern und Rührplatten, pH-Wert Bestimmung;

Sauberer Arbeiten: Stammlösungen herstellen, Verdünnungsreihen erstellen, Umgang mit geeichten Geräten, Titration;

Trennungsverfahren: Flüssig/Flüssig und Flüssig-Fest Trennungen, Dekantieren, Filtrieren, Zentrifugieren, Ausschütteln, Abnutzchen;

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

- a) Experimentalvorlesung, inverted class room, Lehrvideos (Selbststudium),
- b) Präsenzübungen, Selbstrechenübung
- c) Praktikum, 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.
- c) 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

Bestehen der Klausur, 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

Prof. Dr. Lars Borchardt, Prof. Dr. Rochus Schmid, Prof. Dr. Christian Merten, Prof. Dr. Christof Hättig, Dr. Sven Grätz und alle Dozentinnen und Dozenten der Anorganischen Chemie

Sonstige Informationen

Chemie im Kontext

Chemie im Kontext									
Modul-Nr. 2	Credits 7 CP	Workload 210 h	Semester 1. Sem.	Turnus nur WS	Dauer 1 Semester				
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit		Selbststudium					
d) Vorlesung Chemie im Kontext e) Übung zur Vorlesung Chemie im Kontext		d) 3 SWS e) 2 SWS		d) 100 h e) 35 h					
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 Ordnungswidrigkeiteinrecht 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

Anhang II: Abgabe und Bereitstellung von Stoffen und Gemischen nach Anlage 2 der ChemVerbotsV,

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

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. Klaus Merz

Sonstige Informationen**Physikalische Grundlagen der Chemie****Physikalische Grundlagen der Chemie**

Modul-Nr. 3	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 1. Semester	Turnus WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit 5 SWS, 75 h	Selbststudium 75 h	Gruppengröße 200 Studierende Übungsgruppen: 30
a) Physikalische Grundlagen der Chemie					

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
<ol style="list-style-type: none"> 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 der physikalischen Chemie
Sonstige Informationen

Analytische Chemie I

Analytische Chemie I									
<i>Modul-Nr. 4</i>	<i>Credits</i> 5 CP	<i>Workload</i> 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)									
<p>Zielsetzung: 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.</p> <p>Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die erlernten Methoden auf umweltanalytische Fragestellungen anzuwenden. Sie beherrschen die Berechnung von Analysenergebnissen aus den experimentellen Messwerten und sind befähigt, die erhaltenen Messergebnisse kritisch zu beurteilen und mögliche Fehlerquellen zu erkennen.</p>									
Inhalt									
<ul style="list-style-type: none"> – 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 Methoden für unterschiedliche Probenarten /Fragestellungen inkl. Berücksichtigung der Ressourcenoptimierung: <ul style="list-style-type: none"> 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									

Analytisch-chemisches Grundpraktikum

Analytisch-chemisches Grundpraktikum

Modul-Nr. 5	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 3. Sem.	Turnus WiSe	Dauer 1 Semester		
Lehrveranstaltungen Analytisch-chemisches Grundpraktikum		Kontaktzeit 8 SWS / 112 h	Selbststudium 38 h	Gruppengröße 50 Studierende			
Teilnahmevoraussetzungen <i>Leistungsnachweis Analytische Chemie I und Teilnahmenachweis Fachübergreifendes Einführungspraktikum</i>							
Lernziele (learning outcomes) Zielsetzung: Erwerb breit angelegter Praxiskenntnisse der klassischen Verfahren der quantitativen und grundlegender Verfahren der instrumentellen Analyse; Einüben der spezifischen Arbeitstechniken der analytischen Chemie: Gerätekunde, Gerätebedienung und akribische Arbeitstechnik wie analytisches Wiegen, Filtern, Verdünnen, Reinigen, etc.; Erlernen des primären Protokollierens der experimentellen Ergebnisse in einem Laborjournal; Selbständige Auswertung der Versuchsergebnisse auch mit unterstützenden Rechnerprogrammen. Erlernen des Erstellens von kompletten Versuchsprotokollen mit Einleitung, Aufgabenstellung, theoretischen Grundlagen (Vorlesungsbezug) einschließlich der sicherheitstechnischen Aspekte, experimentellen Ergebnissen, Auswertung mit Diskussion und Fehlerbetrachtung. Kompetenzen: Die Studierenden erwerben umfangreiche praktische Kenntnisse zur chemischen Analytik. Darüber hinaus erwerben sie Erfahrungen in der Bewertung und Anwendbarkeit von verschiedenen chemischen Analysemethoden. Nach erfolgreichem Abschluss des Moduls können die Studierenden erhaltene Analysenergebnisse dokumentieren und deren Qualität einschätzen.							
Inhalt <ul style="list-style-type: none">- Sicherheitsunterweisung: Vermittlung praktischer Kenntnisse zur Arbeitssicherheit speziell in einem analytisch-chemischen Labor- Gravimetrie.- Volumetrische Bestimmungsmethoden (Titrimetrie)- Instrumentelle Bestimmungsmethoden einschließlich verschiedener Kalibrationsverfahren (Photometrie, Elektrochemische Analysen)- Projektarbeit zu komplexeren analytischen Fragestellungen- Beurteilung, Validierung und Dokumentation der erzielten Analysenergebnisse							
Lehrformen <i>Praktikum</i>							
Prüfungsformen <i>Sicherheits- und Eingangskolloquien vor den Versuchen, Überprüfung der Ergebnisse der Analysen sowie Versuchsprotokolle.</i>							
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten <i>Erfolgreiche Durchführung und Dokumentierung der Analysen, Anfertigung von schriftlichen Analysenprotokollen und die Durchführung einer Projektarbeit.</i>							
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)							
Stellenwert der Note für die Endnote							

nach CP gewichtet

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

A. Rosenhahn, W. Schuhmann, S. Seisel, K. Tschulik

Sonstige Informationen

Mathematik für Chemiker

Mathematik für Chemiker

Modul-Nr. 6	Credits 5 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

Anwendung Mathematischer Verfahren in der Chemie									
<i>Modul-Nr./-Kürzel</i>	<i>Credits</i> 5 CP	<i>Workload</i> 150 h	Semester 2. Sem.	Turnus Nur SS	<i>Dauer</i> 1 Semester				
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h		Selbststudium 105 h	Gruppengröße Ca.100 Studierende				
Teilnahmevoraussetzungen:									
Lernziele (learning outcomes)									
<p>Zielsetzung: 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.</p> <p>Kompetenzen: 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.</p>									
Inhalt									
<p>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)</p> <p>2. Anwendungen des Rechnens mit Funktionen: Abbildungen von Funktionen (z.B. zur Beschreibung von Symmetrieeoperationen) 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</p> <p>3. Systeme von linearen (Differential-)Gleichungen: homogene und inhomogene linearere Gleichungssysteme, Matrixform, Lösbarkeit und Lösungsverfahren, Systeme von homogenen Differentialgleichungen und Anwendungen in der Physikalischen Chemie und der Theoretischen Chemie,</p>									

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 Matrizeigenwertproblemen 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

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 Maxwellschen 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 Schrödinger-Gleichung, 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

Anorganische Chemie I

Modul-Nr.	Credits 11 CP	Workload 330 h	Semester 2. Sem.	Turnus nur SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Anorganische Chemie I b) Anorganisch-chemisches Grundpraktikum			Kontaktzeit a) 45 h b) 80 h	Selbststudium a) 75 h b) 130 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 der elektronischen Zustände vorhersagen

- b) können die Studierenden

- praktische chemische Arbeiten im Bereich der Anorganischen Synthesechemie selbstständig 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

Anorganisch-chemisches Grundpraktikum

Anorganisch Chemisches Grundpraktikum					
Modul-Nr.	Credits 5 CP	Workload 330 h	Semester 2. Sem.	Turnus nur SoSe	Dauer 2 Wochen in der vorlesungsfreien Zeit
Lehrveranstaltungen Anorganisch-chemisches Grundpraktikum	Kontaktzeit 80 h	Selbststudium 70 h	Gruppengröße Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 90		
Teilnahmevoraussetzungen					
Klausur zur Vorlesung Allgemeine Chemie und Einführungspraktikum Allgemeine Chemie					
Lernziele (learning outcomes)					
Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls					
können die Studierenden					
<ul style="list-style-type: none"> 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					

Anorganisch Chemisches Grundpraktikum
<ul style="list-style-type: none"> • 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
Praktikum mit begleitenden Seminaren und begleitendem e-learning
Prüfungsformen
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
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
Erfolgreiche Teilnahme
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
Dr. Bert Mallick
Sonstige Informationen

Anorganische Chemie II

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)
<ul style="list-style-type: none"> • Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls verfügen die Studierenden über grundlegende Kenntnisse über <ul style="list-style-type: none"> ◦ 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 selbstständig 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 elementorganischen Verbindungen der Haupt- und Nebengruppenelemente. Es werden u.a. folgende Themen bearbeitet: <ul style="list-style-type: none"> • 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
<i>Chemie, Nachhaltige Chemie</i>
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

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									
<ul style="list-style-type: none">• 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 <ul style="list-style-type: none">• 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

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							
<ul style="list-style-type: none">• 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							
<ul style="list-style-type: none">• 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

Organisch-chemisches Grundpraktikum									
Modul-Nr. 12	Credits 11 CP	Workload 330 h	Semester 4. Sem.	Turnus SoS	Dauer 1 Semester				
Lehrveranstaltungen a) Praktikum mit Seminar b) Mündliche Abschlussprüfung		Kontaktzeit 18 SWS / 216h		Selbststudium 114 h					
Teilnahmevoraussetzungen: Der erfolgreiche Abschluss mindestens eines der Module Organische Chemie I oder Organische Chemie II.									
Lernziele (learning outcomes) Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls									
<ul style="list-style-type: none"> • 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

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 Übungsgruppen: 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 1. Reale Gasgesetze 2. Zustandsfunktionen und Zustandsgrößen und die Berechnung von deren Änderungen über das totale Differenzial 3. Die Hauptsätze der Thermodynamik und ihre Verknüpfung miteinander 4. Thermodynamische Fundamentalgleichungen und Maxwellsche Beziehungen 5. Chemisches Potential und van't Hoff'sche Reaktionsisotherme 6. Clausius-Clapeyron und Phasengleichgewichte 7. Thermodynamische Analyse kolligativer Eigenschaften 8. Die kinetische Gastheorie und die Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilung. 9. Reaktionsordnung und Geschwindigkeitsgesetze 10. Kinetik von Gleichgewichtsreaktionen 11. Konsekutive Reaktionen und stationäre Näherungen 12. 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

Physikalisch Chemisches Grundpraktikum

Physikalisch-chemisches Grundpraktikum und Seminar I

<i>Modul-Nr./-</i> <i>Kürzel</i> 180452/1804 53	<i>Credits</i> 5 CP	<i>Workload</i> 150 h	<i>Semester</i> 3. Sem.	<i>Turnus</i> WS	<i>Dauer</i> 1 Semester
Lehrveranstaltungen a) Praktikum b) Seminar			Kontaktzeit a) 6 SWS / 70 h b) 2 SWS / 30 h	Selbststudium 50 h	Gruppengröße a) 2 Studierende b) 1 Studierender Insg. ca. 100

Teilnahmevoraussetzungen:

Vorkenntnisse in Mathematik, Physik und Physikalischer Chemie nachgewiesen durch Mathematik für Chemiker I oder Physikalische Grundlagen der Chemie

Lernziele (learning outcomes)

Zielsetzung: 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 und einem Seminarbeitrag darzustellen.

Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, durchgeführte Experimente schriftlichen zu dokumentieren und erzielte Ergebnisse in einem Seminarbeitrag darzustellen.

Inhalt

Apparative Methoden: Elektrodenarten, Kalorimeter, Vakuumanlagen, Gasanlagen, Physikalische und Chemische Sensoren, Datenaufnahme und -bearbeitung per Computer, Laser

Themengebiete: Phasendiagramm, Kalorimetrie, Elektromotorische Kraft, Elektrolyte, Reibung, Mischungen, Oberflächenspannung, Diffusion, Leitfähigkeit, Ionenbeweglichkeit, Kinetische Funktionen, Strukturbestimmung, Spektroskopie, Fehleranalyse

Präsentationstechniken: Optimale Gestaltung einer Präsentation

Lehrformen

Praktikumsexperimente, schriftlichen Berichte, Präsentation

Prüfungsformen

Schriftliche Berichte, 15-20-minütige Präsentation

Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten

Fachlich korrekte Darstellung der Einzelversuche in schriftlichen Berichten sowie fachlich korrekte Präsentation des zugewiesenen Themas.

Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen)

Biochemie B.Sc., 2-Fach-Bachelor Chemie

Stellenwert der Note für die Endnote

unbenotet

Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende

S. Henkel, M. Havenith

Sonstige Informationen

Vor dem Praktikum ist ein Sicherheitskolloquium abzulegen

Physikalische Chemie II

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 Übungsgruppen 30					
Teilnahmevoraussetzungen:					
keine; empfohlen werden: Physikalische Chemie I, Theorie der chemischen Bindung					
Lernziele					
Absolventen dieses Moduls lernen					
<ul style="list-style-type: none"> 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					
<ul style="list-style-type: none"> - 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					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Struktur der Materie und Spektroskopie <ul style="list-style-type: none"> - Verknüpfung des Formalismus der Quantenmechanik mit wichtigen Spektroskopiearten: Rotationsspektroskopie, Schwingungsspektroskopie, Raman-Spektroskopie, Fluoreszenzspektroskopie - Exemplarische Anwendungen der spektroskopischen Methoden. 2. Statistische Thermodynamik <ul style="list-style-type: none"> - 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					
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 / 28 h b) 1 SWS / 14 h	Selbststudium 75 h	Gruppengröße Ca.200 Studierende
Teilnahmevoraussetzungen:					
Lernziele (learning outcomes)					
<p>Zielsetzung: Die Teilnehmer sollen Grundkenntnisse in der quantenchemischen Beschreibung der chemischen Bindung, der MO-Theorie und der klassischen Molekulardynamik erlangen.</p> <p>Kompetenzen: 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 Molekulardynamik erlauben es, Möglichkeiten und Beschränkungen dieser Methode grob zu beurteilen. Damit erwerben sie die nötigen theoretischen Grundkompetenzen für weiterführende Lehrveranstaltungen.</p>					
Inhalt					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Quantenmechanische Grundlagen (Welle-Teilchen-Dualismus, Wellenfunktionen, Operatoren, Unschärferelation, Schrödinger-Gleichung, Erwartungswerte, Eigenwerte) 2. Quantenmechanische Behandlung von Einteilchensystemen (Teilchen im Kasten, Tunnel-Effekt, harmonischer Oszillator, H-Atom, Atomorbitale, Knotenregel, Quantenzahlen) 3. Allgemeine Konzepte bei der Beschreibung der Eigenschaften mehratomiger Moleküle (Born-Oppenheimer-Näherung, Potentialflächen, topologische Charakterisierung (Gleichgewichtstrukturen, Übergangszustände, Intermediate, Isomere), Schwingungsspektren (harmonische Analyse, Normalmoden), Kraftfeldapproximation) 4. Grundkonzepte der Molekulardynamik mit Kraftfeldern (Newton'sche 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					
<ul style="list-style-type: none"> a) Vorlesung (2 SWS) b) 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

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)					
<p>Zielsetzung: 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</p> <p>Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, die in der eigenständigen Laborarbeit hergestellten Substanzen zu charakterisieren und Strukturen zu verifizieren.</p>					
Inhalte:					
<p>UV/VIS-Spektroskopie: Messtechnik, Elektronenanregung und Molekülstruktur, Extinktion, Chromophore, p-p* und n-p*-Übergänge, UV/VIS-Spektren organischer Substanzklassen.</p> <p>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</p> <p>Massenspektrometrie: Aufbau von Massenspektrometern, Ionisations- (EI, FAB, ESI, MALDI) und Detektionstechniken, Charakteristische Zerfallsmuster organischer Verbindungen.</p> <p>NMR-Spektroskopie: <i>Physikalische und messtechnische Grundlagen:</i> Makroskopische Magnetisierung, Vektormodell, Relaxation, Probenbereitung, einfache Pulsprogramme, Fouriertransformation zu 1D- und 2D-NMR-Spektren, Breitbandige und selektive Anregung bzw. Entkopplung; 2D-Spektren - COSY, HMQC. <i>Spektrale Parameter und molekulare Struktur:</i> Chemische Verschiebungen in ¹H- und ¹³C-NMR Spektren - elektronische Umgebung, Anisotropie, Ringstrom, Lösungsmittleinfluß und intermolekulare Aggregation, Voraussagen von chemischen Verschiebungen durch Inkrementssysteme und empirische Programme; Strukturabhängigkeit skalarer Kopplungen (Karplus-Gleichung), dipolare Kopplung und Populationstransfer, NMR-Spektren von Heterokernen - ¹⁹F, ³¹P; Homonukleare und heteronukleare Spinsysteme</p> <p>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.</p>					
Lehrformen					
a) 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

Einführung in die Biochemie

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							
<p>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.</p> <p>Nach Abschluss der Vorlesung können die Teilnehmer grundlegende biochemische Fragestellungen verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten erarbeiten.</p>							
Inhalt							
<p>Die Vorlesung beschäftigt sich mit den folgenden Themen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 							

<ul style="list-style-type: none"> • 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 a) R. Stoll
Sonstige Informationen

Grundlagen der Technischen Chemie

Grundlagen der Technischen Chemie					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	4 CP	120 h	4. Sem.	nur SoS	1 Semester

Lehrveranstaltungen	Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
a) Grundlagen der Technischen Chemie (V) b) Übung	a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	75 h	Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende

Teilnahmevoraussetzungen:

Grundkenntnisse in Allgemeiner, Anorganischer, Organischer und Physikalischer Chemie

Lernziele (learning outcomes)

Zielsetzung: 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.

Kompetenzen: 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

Wahlpflichtvorlesungen

Anorganische Chemie III

Anorganische Chemie III					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 6. Sem.	Turnus nur SoSe	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße	
a) Anorganische Chemie III (V)	b) Übung zur Vorlesung (Ü)	a) 2 SWS b) 1 SWS	c) 60 h d) 45 h	ca. 30 Studierende	

Teilnahmevoraussetzungen: Keine
Lernziele (learning outcomes)
<p>Zielsetzung: Gegenstand des Moduls ist die Vermittlung grundlegende Kenntnisse:</p> <ul style="list-style-type: none"> I) anorganischen Festkörper-, und Materialchemie sowie deren Anwendungen. II) Grundlagen der Kristallografie III) Verfahren zur Synthese anorganischer Festkörper IV) Moderne nachhaltige Verfahren und Materialien
<p>Kompetenzen: Nach Ende dieses Moduls können die Studierenden:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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
<p>Das Modul umfasst die stofflichen, methodischen und konzeptionellen Grundlagen der modernen anorganischen Festkörper-, und Materialchemie sowie deren Anwendungen.</p> <p>Festkörperchemie: Raumgruppen, Kristallografie, Materialklassen (z.B. Spinell, Perowskit, Zeolith) Supraleiter</p> <p>Metalle: Herstellung und Aufreinigung (z.B. van-Arkel-de-Boer, Mond-, Kroll-Verfahren), CVD, PVD Techniken, Legierungen</p> <p>Halbmetalle: Bändermodelle, Silizium, Solar, Halbleiter</p> <p>Anorganische Materialien im Kontext der Nachhaltigkeit: industrielle Materialverarbeitungsverfahren, Photovoltaik, Energiespeicherung und -konversion</p>
Lehrformen
<ul style="list-style-type: none"> a) Vorlesung, Lehrvideos (Selbststudium) b) Präsenzübungen
Sprache: Deutsch
Prüfungsformen
<ul style="list-style-type: none"> 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

Organische Chemie III							
Modul-Nr. 20	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus Nur WS	Dauer 1 Semester		
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit		Selbststudium	Gruppengröße		
a) Vorlesung b) Übung		a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h		105 h	Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 200		
Teilnahmevoraussetzungen: Vorkenntnisse in Organischer Chemie							
Lernziele (learning outcomes)							
<p>Zielsetzung: 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</p> <p>Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, Literatur zu den Themen Carbokationen, Radikale und Carbene, Carbanionen, Stereochemische Konzepte und Enolate fachlich einzuordnen.</p>							
Inhalt							
<ol style="list-style-type: none"> 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							

Physikalische Chemie III

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		Kontaktzeit		Selbststudium	Gruppengröße
Physikalische Chemie III		3 SWS, 45 h		105 h	80 Studierende

			Übungsgruppen: 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			

Analytische Chemie II

Analytische Chemie II					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	5 CP	150 h	5. Sem.	WS	1 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße	
a) Vorlesung Analytische Chemie II b) Übung zur Vorlesung Analytische Chemie II		a) 2 SWS / 28 h b) 1 SWS / 14 h	108 h	50 Studierende	

Teilnahmevoraussetzungen Keine
Lernziele (learning outcomes)
<u>Zielsetting:</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 <ul style="list-style-type: none"> - Oberflächenempfindliche Messverfahren - Schichtdickenmessung mittels reflektomerischer Verfahren - In-situ Oberflächenanalytik mittels Plasmonenresonanz und Quarzmikrowaagen - Abgeschwächte Totalreflexionsmethoden - Elektroanalytik und Elektrokatalyse - Bioanalytik: Immunoassays, Enzymatische Analytik - Sensorik: Ionenselektive Elektroden, Chemische Sensoren, Biosensoren
Lehrformen <i>a) Vorlesung, e-learning Module im Moodle; b) Übung</i>
Prüfungsformen <i>schriftliche Modulabschlussprüfung von 120 min</i>
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten <i>Bestehen der Klausur</i>
Verwendung des Moduls (in anderen Studiengängen) <i>BSc. Chemie; BSc. Biochemie; MEd Chemie</i>
Stellenwert der Note für die Endnote <i>nach CP gewichtet</i>
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende A. Rosenhahn, W. Schuhmann, K. Tschulik
Sonstige Informationen

Biochemie I

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 II
- 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-Citratzyklus, 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

Biophysikalische Chemie

Biophysikalische Chemie I							
<i>Modul-Nr./-Kürzel</i>	<i>Credits</i> 5 CP	<i>Workload</i> 150 h	<i>Semester</i> 5. Sem.	<i>Turnus</i> nur WS	<i>Dauer</i> 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:							
<ul style="list-style-type: none">• 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 <ul style="list-style-type: none">• Proteinstruktur• Molekulare Interaktionen							
Konzepte <ul style="list-style-type: none">• Computergestützte Ansätze• Fluoreszenz (FRET, Fluoreszenzlebenszeit)• Strategien zur Fluoreszenzmarkierung							
Techniken <ul style="list-style-type: none">• Lichtmikroskopie (Fluoreszenz- Weitfeld/konfokale Mikroskopie, TIRF)• Hochauflösende Mikroskopie (STED, STORM/PALM, 2-Photonenmikroskopie)• Kalorimetrie (DSC, ITC, MST)							
Lehrformen							
<i>Vorlesung, Übungen mit Aufgaben zum Selbststudium, Moodlekurs</i>							
Prüfungsformen							
<i>schriftliche Modulklausur (120 min)</i>							
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten							
<i>Bestandene Modulklausur</i>							
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							

Technische Chemie I

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)							
<p>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 selbstständig lösen können. Sie sollen die Grundlagen und apparative Ausgestaltung von Adsorptions- und Extraktionsanlagen sowie von Misch- und Filtrationsaggregaten kennen.</p> <p>Kompetenzen: Die Studierenden erwerben die Fähigkeit, grundlegende technisch-chemische Fragestellungen zu verstehen und einfache fachspezifische Lösungsmöglichkeiten zu erarbeiten.</p>							
Inhalt							
<p>Umsatzberechnung in idealen Reaktoren: Stoffbilanzen, Ableitung des Umsatzes unter vereinfachenden Nebenbedingungen (Idealität, Isothermie, etc.), ideale isotherme Reaktoren, Verweilzeitfunktionen idealer Reaktoren</p> <p>Einführung in die Systematik der Grundoperationen: Begriffsbestimmung, kurzer Überblick</p> <p>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</p> <p>Mechanische Grundoperationen: Röhren – Grundprozesse und Grundgleichungen, apparative Ausführung; statische Mischer; Filtern – Grundprozesse, Grundformen, Filtergleichung, apparative Ausführungen; Mahlen und Brechen; Klassieren</p> <p>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</p> <p>Thermische Trennverfahren:</p> <p>Rektifikation: Gleichgewichts- und Bilanzlinien im McCabe-Thiele-Diagramm, HTU-NTU-Konzept für Füllkörperkolonnen, Methoden der Vielstoffdestillation, Azeotrop- und Extraktivdestillation;</p> <p>Absorption: Gleichgewichts- und Bilanzlinien im McCabe-Thiele-Diagramm, praktische Aspekte von Absorptionsverfahren, Beispiele;</p> <p>Adsorption: Gleichgewichtsdarstellung, Adsorption als instationärer Prozess, Festbettadsorber, cyclische Adsorptionsbatterien, Druckwechseladsorption;</p> <p>Extraktion: Gleichgewichts- und Bilanzlinien im McCabe-Thiele-Diagramm (Nichtmischbarkeit von Lösungs- und Extraktionsmittel), Darstellung von Dreistoffsystmen im Dreiecksdiagramm, Polstrahlverfahren zur Bilanzierung von Extraktionsanlagen.</p>							
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 <i>moodle</i> -Kurse publiziert. Ein detailliertes Skript zur Vorlesung wird zur Verfügung gestellt.

Theoretische Chemie I

Theoretische Chemie I: Grundlagen					
<i>Modul-Nr./-Kürzel</i>	<i>Credits</i> 5 CP	<i>Workload</i> 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus Jedes WiSe	<i>Dauer</i> 1 Semester
Lehrveranstaltungen		Kontaktzeit a) 2 SWS /28 h b) 1 SWS /14 h		Selbststudium 105 h	Gruppengröße Ca.20-30 Studierende
a) Vorlesung b) Übung					

Teilnahmevoraussetzungen:

Lernziele (learning outcomes)

Die Teilnehmer erwerben Kenntnisse über die wichtigsten Methoden der Theoretischen Chemie in den Bereichen Elektronenstruktur, Molekülstruktur und Molekulardynamik.

Kompetenzen: 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

- Born-Oppenheimer-Separation:** Schrödinger-Gleichungen für Elektronen- und Kernbewegung, BO-Potentialflächen, Gültigkeit, nichtadiabatische Korrekturen
- 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
- Vertiefung Theoretischer Grundlagen:** kanonische Quantisierung, Darstellungen, Hilbertraum, Ununterscheidbarkeit und Symmetrisierungspostulat, Drehimpulsformalismus und Spin,
- Rechenmethoden:** Variationsprinzip und Variationsverfahren (Grundzustand); Störungstheorie (nichtentartet, zeitunabhängig)
- 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“

Nachhaltige Chemie I

Nachhaltige Chemie I					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 3. Sem.	Turnus nur WS	Dauer 1 Semester
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
f) Nachhaltige Chemie I (V)			f) 2 SWS	f) 30 h	Sämtliche
g) Nachhaltige Chemie I (P)			g) 4 SWS	g) 30 h	Studierende des Fachsemesters, ≈80 Studierende

Teilnahmevoraussetzungen: Keine
Lernziele (learning outcomes)
Zielsetzung: Gegenstand des Moduls ist die Vermittlung grundlegender Konzepte der nachhaltigen Chemie. Die Studierenden können
VI) die 12 „principles of green chemistry“ anwenden und anhand von Modelversuchen erklären
VII) die grundlegende Theorie der verschiedenen Konzepte der nachhaltigen Chemie anwenden
VIII) das Potenzial verschiedener Katalyseverfahren bewerten
IX) die Vor- und Nachteile verschiedener Reaktionswege abwägen
Kompetenzen: 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
Vorlesung und Praktikum (a) und b))
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)
<i>Chemie, Biochemie, 2-Fach Bachelorstudiengänge mit Chemie als einem Fach</i>
Stellenwert der Note für die Endnote
<i>nach CP gewichtet</i>
Modulbeauftragte/r und hauptamtlich Lehrende
<i>Prof. Dr. Bastian Mei, Prof. Dr. Lars Borchardt, Prof. Dr. Kristina Tschulik, Prof. Dr. Ulf Apfel</i>
Sonstige Informationen

Nachhaltige Chemie II

Nachhaltige Chemie III

Nachhaltige Chemie III							
Modul-Nr./-Kürzel	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus nur WS	Dauer 1 Semester		
Lehrveranstaltungen h) Nachhaltige Chemie III (V)		Kontaktzeit h) 4 SWS		Selbststudium h) 90 h	Gruppengröße Sämtliche im Fachsemester eingeschriebene Studierende, ca. 80 Studierende		
Teilnahmevoraussetzungen: Keine							
Lernziele (learning outcomes)							
<u>Zielsetzung:</u> Gegenstand des Moduls ist die Vermittlung grundlegender Kenntnisse: X) Techno-Ökonomische Analyse XI) Life-Cycle-Assessment XII) Kreislaufwirtschaft XIII) 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

Wahlpflichtpraktika

Fachspezifische Wahlpflichtpraktika

F-Synthesepraktikum in Anorganischer Chemie

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, Schutzgastechnik, 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, Schutzgastechnik (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 Mikromafstab: 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

F-Synthesepraktikum in Organischer Chemie							
Modul-Nr. 22	Credits 5 CP	Workload 150 h	Semester 5. Sem.	Turnus Einmal jährlich (nur Im WS)	Dauer 1 Semester		
Lehrveranstaltungen a) F-Synthesepraktikum in Organischer Chemie		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 <ul style="list-style-type: none"> • 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 <ul style="list-style-type: none"> – Synthese von reaktiven und komplexen organischen Verbindungen in mehrstufigen Synthesen, Stereo- und enantioselektive Synthesen, 							

<ul style="list-style-type: none"> - 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 <p>Umgang mit Gefahrstoffen, selbstentzündliche Reagenzien, Transfer mit Spritze und Septum, Umgang mit toxischen / carcinogenen Substanzen, Umgang mit geruchsbelästigenden Stoffen</p>
Lehrformen
<i>Praktikum</i>
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 Nach CP gewichtet
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. Dirk Grote, Irina Graf
Sonstige Informationen keine

Physikalisch-Chemisches F-Praktikum

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 Experiments 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

Analytisch-chemisches F-Praktikum					
<i>Modul-Nr./-</i>	<i>Credits</i> 5 CP	<i>Workload</i> 164 h	Semester 6. Sem.	Turnus SoSe	<i>Dauer</i> 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 115 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)

Zielsetzung: 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.

Kompetenzen: 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**

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) Dünnenschichtchromatographische 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 nuklearer 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

Technisch-chemisches Praktikum Fortgeschrittene Theorie und Praxis des Wahlfaches							
Modul-Nr./-Kürzel	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer		
	4 CP	120 h	6. Sem.	nur SoS	1 Semester		
Lehrveranstaltungen Technisch-chemisches Praktikum (P)		Kontaktzeit a) 6 SWS / 90 h b) 1 SWS / 15 h	Selbststudium 15 h		Gruppengröße 16 Praktikumsplätze		
Teilnahmevoraussetzungen: Leistungsnachweise für <i>Grundlagen der Technischen Chemie</i> oder <i>Technische Chemie I: Chemische Verfahrenstechnik</i>							
Lernziele (learning outcomes)							
<p>Zielsetzung: 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.</p> <p>Kompetenzen: 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.</p>							
Inhalt							
<ol style="list-style-type: none"> 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-Wärmealas 5. Filtration: Ermittlung von Konstanten der Filtergleichung, Seminar: Mechanische Trennprozesse 6. Verweilzeitverteilung in idealen Reaktoren: Impuls- und Sprungantwort in CSTR, Strömungsrohr, Kaskade, Seminar zu Verweilzeitverteilungen idealer Reaktoren 							

- | |
|---|
| <p>7. Umsatz in idealen Reaktoren: Kinetik einer Esterhydrolyse in Satzreaktor, CSTR, Kaskade und Strömungsrohr, Umsatzberechnung auch unter Einsatz der Verweilzeitfunktion, Seminar zur Umsatzberechnung</p> <p>8. Wirbelschicht: Ermittlung der Fluidisierungsgeschwindigkeit und der Wärmeaustauscheigenschaften einer Wirbelschicht, Seminar: Reaktionstechnisches Potenzial von stationären und instationären Wirbelschichten</p> <p>9. Adsorption: Durchbruchskurve und Desorptionscharakteristik eines Festbettadsorbers, Seminar: Adsorptionsisotherme und Durchbruchskurve</p> <p>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</p> |
|---|

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

Theoretisch-Chemisches Praktikum					
<i>Modul-Nr./-Kürzel</i>	<i>Credits</i>	<i>Workload</i>	Semester	Turnus	<i>Dauer</i>
	4 CP	120 h	6. Sem.	Jedes SoSe	1 Semester
Lehrveranstaltungen Grundlagenpraktikum der Theoretischen Chemie im Computerlabor („Theoretikum“) mit integriertem Seminar			Kontaktzeit 6 SWS / 60 h	Selbststudium 60 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)

Zielsetzung: 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 selbstständig Themen aus der Fachliteratur zu erarbeiten.

Kompetenzen: Die Teilnehmer erwerben die Fähigkeit, grundlegende Anwendungen aus der Computerchemie selbstständig 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 heranführen und in dem Block „Theoretische Grundlagen“ ein über die Vorlesung hinausgehendes Grundlagenwissen selbstständig erarbeitet werden.

1. Quantenchemische Rechnungen: Geometrieeoptimierung 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 (Grothuss-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 Bibliotheks Routinen) 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

Teaching Assistant

Lehren lernen im Chemielabor					
Modul-Nr./-Kürzel	Credits	Workload	Semester	Turnus	Dauer
	5 CP	150 h	5./6. Sem.	SS und WS	1 Semester
Lehrveranstaltungen			Kontaktzeit	Selbststudium	Gruppengröße
c) Seminar Lehren lernen furs Chemielabor (S)			c) 1 SWS	e) 15 h	ca.
d) Lehren lernen im Chemielabor (P)			d) 6 SWS	f) 30 h	15 Studierende

Teilnahmevoraussetzungen: Keine

Lernziele (learning outcomes)

Zielsetzung: 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

Kompetenzen: Nach Ende dieses Moduls können die Studierenden:

- V) Lernprozesse von einzelnen Lernenden und Kleingruppen im Chemielabor erkennen, bewerten und hinsichtlich deren Förderung handeln
- VI) 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

- c) Seminar
- d) Praktikum

Sprache: Deutsch

Prüfungsformen

- a) Teilnahme an Sicherheitsveranstaltungen und Teilnahme am Seminar
- b) 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

Bachelor-Arbeit

Bachelor-Arbeit in Chemie							
Modul-Nr. 30	Credits 12 CP	Workload 360 h	Semester 6. Sem.	Turnus	Dauer 3 Monate		
Lehrveranstaltungen a) Praktische Labortätigkeit b) Schriftliche Hausarbeit		Kontaktzeit	Selbststudium		Gruppengröße		
Teilnahmevoraussetzungen:							
Lernziele (learning outcomes) Die Bachelor-Arbeit ist eine schriftliche Hausarbeit, basierend auf praktischer experimenteller Tätigkeit und ist weiterführend angelehnt an eines der F-Praktika. Nach dem erfolgreichen Abschluss des Moduls <ul style="list-style-type: none">• 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 Bewertung der Bachelorarbeit durch zwei Gutachter							
Voraussetzungen für die Vergabe von Kreditpunkten 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							